

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E
DESENVOLVIMENTO

DISSERTAÇÃO

**Cinza sobre o Verde: A Influência da Milícia no Espreadimento Urbano e
Desmatamento no Rio de Janeiro**

PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E
DESENVOLVIMENTO**

**CINZA SOBRE O VERDE: A INFLUÊNCIA DO CRIME ORGANIZADO
NO ESPRAIAMENTO URBANO E DESMATAMENTO NO RIO DE
JANEIRO**

PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA

Sob a Orientação do Professor

Joilson de Assis Cabral

e Coorientação do Professor

Marcellus Marques Caldas

Projeto de qualificação submetido como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Economia Regional e Desenvolvimento**, no Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Desenvolvimento, Área de Concentração em Economia Regional e Desenvolvimento.

Seropédica, RJ
Maio de 2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca
Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lima, Paulo Vitor dos Santos, 1999-L732c
Cinza sobre o Verde: A Influência da Milícia no Espraçamento
Urbano e Desmatamento no Rio de Janeiro
/ Paulo Vitor dos Santos Lima. - Seropédica, 2024.
77 f.

Orientador: Joilson de Assis Cabral.

Coorientador: Marcellus Marques Caldas.

Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Economia
Regional e Desenvolvimento, 2024.

1. Espraçamento Urbano. 2. Milícias. 3. Desmatamento. 4.
Rio de Janeiro. I. Cabral, Joilson de Assis, 1984-, orient. II.
Caldas, Marcellus Marques, 1960-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de
Pós-graduação em Economia Regional e Desenvolvimento.
IV. Título.



Ata da Defesa Pública de Dissertação do discente PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA realizada em **27/05/2024**, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia Regional e Desenvolvimento.

Às dez horas do dia vinte e sete de maio de dois mil e vinte e quatro, reuniu-se, na forma regimental, a banca designada para avaliação e julgamento da Dissertação intitulada “**Cinza sobre o Verde: A Influência da Milícia no Espreadimento Urbano e Desmatamento no Rio de Janeiro**”, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia Regional e Desenvolvimento do discente PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA. A Banca Examinadora foi composta pelos professores JOILSON DE ASSIS CABRAL (presidente da banca e orientador – CPF 101.015.347-10), MARIA VIVIANA DE FREITAS CABRAL (membro interno – CPF 073.560.636-62), JOSE CLAUDIO SOUZA ALVES (membro externo – CPF 454.959.559-00), EDSON PAULO DOMINGUES (membro externo – CPF 125.551.248-29) e MARCELLUS MARQUES CALDAS (membro externo – Passaporte 548393665). Aberta a sessão pelo presidente, coube ao candidato expor o tema de sua dissertação dentro do tempo regulamentar. Em seguida o candidato foi questionado pelos membros da Banca Examinadora. Tendo dado as explicações que se fizeram necessárias, a dissertação do candidato foi considerada:

APROVADA

REPROVADA

Sem mais, encerra-se a sessão. Para constar eu, ANA BEATRIZ BORGES RAMOS DUARTE, lavrei a presente ata que, após lida e julgada conforme, segue assinada pelos presentes.

Seropédica, 27 de maio de 2024.

Prof. Dr. JOILSON DE ASSIS CABRAL
PPGER/UFRRJ - Presidente da Banca

Profa. Dra. MARIA VIVIANA DE FREITAS CABRAL
PPGER/UFRRJ - Membro Interno

Prof. Dr. JOSE CLAUDIO SOUZA ALVES
DCS/UFRRJ - Membro Externo

Prof. Dr. EDSON PAULO DOMINGUES
UFMG – Membro Externo

Prof. Dr. MARCELLUS MARQUES CALDAS
Kansas State University – Membro Externo

PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA
Discente PPGER



Incluir na pasta do discente para registro do cumprimento deste requisito parcial do curso.

Prof. Dr. Caio Peixoto Chain
Vice-coordenador do PPGER/UFRRJ
SIAPE: 1258701

Ana Beatriz Borges Ramos Duarte
Secretária do PPGER/UFRRJ
SIAPE: 2269833

Registrado na Secretaria do PPGER/UFRRJ em ____/____/____



ATA Nº 3236/2024 - PPGER (11.39.00.14)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 05/08/2024 13:45)

ANA BEATRIZ BORGES RAMOS DUARTE

ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO

PPGER (11.39.00.14)

Matrícula: ###698#3

(Assinado digitalmente em 05/08/2024 15:56)

CAIO PEIXOTO CHAIN

COORDENADOR CURS/POS-GRADUACAO

PPGER (11.39.00.14)

Matrícula: ###587#1

(Assinado digitalmente em 07/08/2024 12:28)

JOILSON DE ASSIS CABRAL

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptCEcon (12.28.01.00.00.00.09)

Matrícula: ###474#0

(Assinado digitalmente em 06/08/2024 16:38)

JOSE CLAUDIO SOUZA ALVES

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptCS (12.28.01.00.00.00.83)

Matrícula: ###76#7

(Assinado digitalmente em 05/08/2024 13:14)

MARIA VIVIANA DE FREITAS CABRAL

COORDENADOR CURS/POS-GRADUACAO

PPGER (11.39.00.14)

Matrícula: ###631#3

(Assinado digitalmente em 05/08/2024 12:30)

MARCELLUS M CALDAS

ASSINANTE EXTERNO

Passaporte: ###3936#5

(Assinado digitalmente em 05/08/2024 13:02)

EDSON PAULO DOMINGUES

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.248-##



Documento assinado digitalmente

PAULO VITOR DOS SANTOS LIMA

Data: 08/08/2024 10:58:00-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 3236, ano: 2024, tipo: ATA, data de emissão: 05/08/2024 e o código de verificação: 66b576d9e4

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Joilson de Assis Cabral e ao meu coorientador prof. Dr. Marcellus M. Caldas por toda dedicação, apoio, contribuição e *insights* para o desenvolvimento dessa pesquisa, além de serem ótimos professores e pesquisadores. Agradeço também a Coordenadora prof. Dra. Maria Viviana pelo apoio e dedicação. Ambos foram incríveis e os responsáveis por me apresentar o mundo da pesquisa além de me ensinarem tudo que eu sei hoje para finalizar esta dissertação.

Agradeço aos membros da banca por contribuírem para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço aos meus amigos, em especial a Júlia Helena, Carlos Alexandre e Luana Goulart por me motivarem e me acompanharem nesta dura jornada.

Agradeço também ao Matheus de Andrade Santos por toda atenção, amor, confiança, apoio, suporte e companheirismo na minha jornada. Todas as suas ideias e seu apoio foram de imprescindível importância para a finalização desta dissertação.

Agradeço à minha família mais próxima em especial minha tia Claudia, meu primo Matheus por me acompanharem mesmo que distante pelo caminho.

Por fim, agradeço a minha mãe, Renata Rosa dos Santos, por sempre ter confiado e ainda confiar nos meus sonhos, por me apoiar e sempre ter buscado o melhor para mim. E mesmo com todas as dificuldades de uma mãe solteira, ela foi e é a melhor mãe que eu poderia ter, a mais incrível, a mais amorosa e carinhosa.

RESUMO

LIMA, Paulo Vitor dos Santos. **Cinza sobre Verde: A Influência do Crime Organizado no Espraçamento Urbano e Desmatamento no Rio de Janeiro**. 2024. 77 p. Dissertação (Requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia Regional e Desenvolvimento). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

O crescimento urbano tem se intensificado como uma preocupação crescente à medida que as cidades expandem suas fronteiras e aumentam suas populações. Projeções indicam um aumento nas áreas urbanas de 1,2 a 1,8 milhões de km² entre 2000 e 2030 devido ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico (Seto et al., 2012; GÜNERALP e Seto, 2013; McDonald et al., 2018). No Brasil, a transformação da estrutura urbana é evidente, com a população urbana aumentando de 55,9% em 1970 para 86,3% em 2020 (Pereira *et al.*, 2022). Este aumento é particularmente notável na Cidade do Rio de Janeiro (CRJ) e na Baixada Fluminense, devido à expansão da mancha urbana observada entre 2005 e 2019 (IBGE, 2017). Além disso, é observado também um crescimento nestas regiões de territórios dominados por grupos paramilitares, conhecidos como Milícias. Neste sentido, esta dissertação investiga se há interseção entre o espraiamento urbano e a expansão das Milícias, explorando a hipótese de que o desmatamento decorrente de ocupações e loteamentos irregulares destes grupos aumenta o espraiamento da região. De modo a alcançar o objetivo proposto, serão utilizados três métodos, a saber: a análise exploratória de dados (AED), análise fatorial por componentes principais para a construção de um índice de infraestrutura urbana (IIU) e a análise de regressão logística. Focando na área urbana da CRJ e da Baixada Fluminense em 2010, este estudo busca estabelecer quais fatores aumentariam a probabilidade do desmatamento que levaria. A AED revelou um crescimento notável das Milícias, bem como uma extensão significativa de desmatamento. O IIU desenvolvido demonstrou uma deterioração da infraestrutura urbana conforme se afasta do centro, indicando uma crescente periferização da CRJ e da Baixada Fluminense. Finalmente, os resultados da regressão logística demonstram que uma menor qualidade de infraestrutura urbana está ligada com o aumento das chances de desmatamento. Em contrapartida, a densidade populacional se mostrou inversa, indicando que áreas menos densas aumentaram as chances de ocorrência do desmatamento, sendo este resultado alinhado com a literatura internacional. Buscando responder a hipótese de que territórios ocupados pela milícia possuem maiores chances de desmatamento, a variável milícia se mostrou positiva e estatisticamente significativa. Este resultado revelou que em áreas dominadas por estes grupos paramilitares possuem chances de ocorrência de desmatamento 76,1% maiores em comparação com outras regiões, inclusive áreas dominadas pelo tráfico de drogas. O presente trabalho, portanto, buscou contribuir para o planejamento urbano e ambiental, demonstrando empiricamente como a expansão paramilitar agrava os desafios da sustentabilidade urbana. A avaliação dos efeitos da criminalidade no planejamento urbano da CRJ e da Baixada Fluminense mostra uma clara necessidade de integração e cooperação entre as forças de segurança pública e os órgãos de fiscalização ambiental. A análise sugere que políticas públicas robustas são necessárias para combater o espraiamento urbano e controlar o desmatamento, com um foco particular na manutenção das áreas verdes e na gestão sustentável do crescimento urbano. O estudo ressalta a importância da cooperação entre agências de segurança e os órgãos reguladores para a correta aplicação da legislação ambiental, assim como garantir a segurança dos fiscais. Além disso, há a necessidade de abordagens multidisciplinares no planejamento urbano que considerem tanto a segurança quanto a sustentabilidade ambiental para enfrentar os

complexos desafios que a urbanização descontrolada pela ocupação irregular estaria propiciando ao ERJ.

Palavras-chave: Espriamento Urbano; Milícias; Desmatamento; Rio de Janeiro;

ABSTRACT

LIMA, Paulo Vitor dos Santos. **Smithereens on Green: The Influence of Organized Crime on Urban Sprawl and Deforestation in Rio de Janeiro**. 2024. 77 p. Dissertation (Partial requirement to obtain a Master's Degree in Regional Economics and Development). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

Urban growth has intensified as a growing concern as cities expand their boundaries and increase their populations. Projections indicate an increase in urban areas ranging from 1.2 to 1.8 million km² between 2000 and 2030, driven by population growth and economic development (Seto et al., 2012; McDonald et al., 2018). In Brazil, the transformation of the urban structure is evident, with the urban population increasing from 55.9% in 1970 to 86.3% in 2020 (Pereira *et al.*, 2022). This increase is particularly notable in the City of Rio de Janeiro (CRJ) and the Baixada Fluminense, due to the expansion of urban sprawl observed between 2005 and 2019 (IBGE, 2017). Furthermore, there has also been growth in these regions in areas dominated by paramilitary groups, known as militias. In this context, this dissertation investigates whether there is an intersection between urban sprawl and the expansion of militias, exploring the hypothesis that deforestation driven by irregular occupations and land subdivisions by these groups increases urban sprawl. To achieve the proposed objective, three methods will be employed: Exploratory Data Analysis (AED), Principal Component Analysis to construct an Urban Infrastructure Index (IIU), and logistic regression analysis. Focusing on the urban area of CRJ and Baixada Fluminense in 2010, this study aims to identify the factors that would increase the probability of deforestation leading to urban expansion. The EDA revealed notable militia growth and significant deforestation. The developed UII demonstrated a deterioration in urban infrastructure as distance from the center increases, indicating growing suburbanization in CRJ and the Baixada Fluminense. Finally, the logistic regression results show that lower urban infrastructure quality is associated with a higher likelihood of deforestation. In contrast, population density showed an inverse relationship, indicating that less densely populated areas had higher chances of deforestation, a result aligned with international literature. Testing the hypothesis that militia-controlled territories have higher chances of deforestation, the militia variable was found to be positive and statistically significant. This result revealed that areas dominated by these paramilitary groups have a 76.1% higher chance of experiencing deforestation compared to other regions, including those dominated by drug trafficking. This study, therefore, seeks to contribute to urban and environmental planning by empirically demonstrating how paramilitary expansion exacerbates the challenges of urban sustainability. The assessment of the effects of crime on urban planning in CRJ and Baixada Fluminense highlights the clear need for integration and cooperation between public security forces and environmental oversight agencies. The analysis suggests that robust public policies are required to combat urban sprawl and control deforestation, with particular attention to maintaining green areas and managing urban growth sustainably. The study underscores the importance of cooperation between security agencies and regulatory bodies to ensure proper enforcement of environmental legislation and the safety of inspectors. Furthermore, multidisciplinary approaches to urban planning are necessary, considering both security and environmental sustainability to address the complex challenges posed by uncontrolled urbanization driven by irregular occupations in the state of Rio de Janeiro.

Keywords: Urban Sprawl; Militias; Deforestation; Rio de Janeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia da rede urbana no ERJ	40
Figura 2 – Distribuição Espacial dos Estabelecimentos Formais na CRJ	41
Figura 3 – Subprefeituras da CRJ	42
Figura 4 – Evolução da Mancha Urbana no RMRJ entre 2005 e 2019	43
Figura 5 – Uso do Solo na Capital e Baixada Fluminense em 2010	44
Figura 6 – Territórios compreendidos pela Baixada Fluminense	45
Figura 7 – Desmatamento na CRJ entre 2004 e 2022	47
Figura 8 – Distribuição espacial do acumulado da supressão de vegetação nativa entre 2004-2022 na Capital e Baixada Fluminense	48
Figura 9 – Aglomeração de desmatamento na Subprefeitura da Barra da Tijuca e Jacarepaguá	48
Figura 10 – Territórios dos Grupos Armados na Capital e Baixada Fluminense	50
Figura 11 – Distribuição espacial do Índice de Infraestrutura Urbana (IIU) em 2010	59

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Matriz de Correlação entre as variáveis que compõe o IIU	30
Tabela 2 – Percentual do Uso do Solo nas subprefeituras em 2010	44
Tabela 3 – Percentual do Uso do Solo na Baixada Fluminense em 2010	46
Tabela 4 – Desmatamento por Subprefeitura (em km ²)	49
Tabela 5 – Percentual de Ocupação dos Grupos Armados nas Subprefeituras por Triênio	52
Tabela 6 – Percentual de Ocupação dos Grupos Armados na Baixada Fluminense por Triênio	53
Tabela 7 – Medidas de posição das variáveis do modelo econométrico	53
Tabela 8 – Matriz de Correlação entre as variáveis explicativas	54
Tabela 9 – Indicadores de Adequação para Análise Fatorial	56
Tabela 10 – Cargas fatoriais do Resultado da Análise por Componentes Principais	57
Tabela 11 – Autovalores e o percentual da Variância dos Componentes Principais	57
Tabela 12 – IIU por Município	59
Tabela 13 – IIU por subprefeitura da CRJ	60
Tabela 14 – Resultados dos Modelos Logit	61
Quadro 1 – Resumo das bases de dados utilizadas	29
Quadro 2 – Resumo das variáveis explicativas usadas	31

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO LITERÁRIA	18
2.1.	Espraiamento Urbano na literatura internacional	18
2.2.	Espraiamento Urbano na literatura nacional	20
2.3.	Crime Organizado.....	21
2.4.	Milícias	24
3.	METODOLOGIA	27
3.1.	Bases de dados e Variáveis.....	27
3.2.	Implementação da Análise Exploratória de Dados.....	32
3.3.	Análise Fatorial por Componentes Principais	33
3.4.	Estratégia Empírica.....	35
4.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS	39
4.1.	A Cidade do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense.....	39
4.2.	Desmatamento	46
4.3.	Presença dos Grupos Armados	49
4.4.	Estatísticas Descritivas das Variáveis.....	53
5.	CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE INFRAESTRUTURA URBANA	55
5.1.	Análise Fatorial por Componentes Principais (AF por CP)	55
6.	RESULTADOS	61
7.	CONCLUSÃO.....	64
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano se torna cada vez mais uma preocupação à medida que as cidades aumentam em população e expandem suas fronteiras. O Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UN DESA), em seu estudo de 2019 “*World Urbanization Prospects 2018*”, estimava que pelo menos 2,9 bilhões de pessoas viviam em áreas urbanas em 2000 e mais de 4,2 bilhões em 2018, cerca de 55,3% da população mundial. Entre 2018 e 2030, projeta-se que a população em áreas urbanas chegue ao equivalente a 60% da população mundial. Além disso, o estudo apontava que havia 371 cidades no mundo com pelo menos 1 milhão de habitantes em 2000, 548 cidades em 2018, e estima-se 706 cidades em 2030.

Além disso, o crescimento populacional, aliado ao desenvolvimento econômico, são fatores apontados como determinantes no aumento das áreas urbanas entre 1,2-1,8 milhões de km² entre 2000 e 2030 (McDonald *et al.*, 2018; Seto *et al.*, 2012). Neste sentido, tanto a especialização das atividades humanas, econômicas e sociais são concentradas nas cidades, como também elas são os campos de convivência de diferentes culturas e classes sociais (Cengiz, 2022). Surgem junto a essas características, as preocupações em relação à expansão urbana desenfreada em área e população e as consequências físicas adversas desse crescimento, podendo ser conhecidas como “espraiamento urbano”.

O espraiamento urbano (do termo em inglês, *Urban Sprawl*) possui diferentes conceitos que podem variar desde a consequência de um estilo de vida de casas suburbanas até a desorganização do uso do solo (Calthorpe; Fulton, 2001). Brueckner (2000) define como espraiamento urbano um padrão de crescimento disperso e desordenado das áreas urbanas, em geral caracterizado pelo baixo uso da terra e pela dependência excessiva do automóvel. A crescente relevância deste padrão de crescimento disperso para o debate no planejamento urbano e econômico são os problemas associados ao espraiamento como o aumento do custo da infraestrutura, perda de áreas verdes e agrícolas, segregação socioeconômica, degradação ambiental, aumento do consumo de energia elétrica e o aumento no risco de enchentes e inundações (Brueckner, 2000; Frumkin, 2002; Frumkin *et al.*, 2004; Johnson, 2001).

Enquanto estes efeitos adversos podem ser avaliados de maneira direta, o espraiamento pode ter consequências indiretas que afetam a saúde. O fato deste padrão de crescimento afetar o custo de infraestrutura e ser constituído de zonas de baixa densidade leva a ambientes cada vez mais degradados e com perda da qualidade da água pela mudança no uso do solo, assim como um maior uso de veículos pessoais em detrimento de caminhadas e do transporte público.

Desta forma, faz-se pressão pelo uso veículos circulando que podem levar a mais acidentes de trânsito, contribui para a emissão de CO₂, reduz a atividade física no deslocamento podendo agravar adversamente a saúde individual e pública (Dannenber *et al.*, 2003; Ewing; Schieber; Zegeer, 2003; Ewing *et al.*, 2003; Kennedy *et al.*, 1988; Lopes, 2004).

A importância dos resultados das formas urbanas atuais é muito baseada no acúmulo histórico dos processos de planejamento urbano e crescimento populacional (Van De Coevering; Schwanen, 2006). O caso brasileiro, similar à diversas cidades latino-americanas, é marcado, durante o século XX, por grandes fluxos de imigração das zonas rurais para cidades, em geral médias e grandes, levando ao processo acelerado de urbanização no país (Rodríguez-Vignoli; Rowe, 2018).

O estudo de Pereira *et al.* (2022), a partir dos dados dos Censos e da Pesquisa Nacional de Amostra Domiciliar (PNAD) ambas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostra que a população urbana brasileira compunha cerca de 55,9% do total em 1970 e tal proporção subiu para 86,3% em 2020. Porém, desde a década de 1970, todas as regiões brasileiras vêm convergindo a um baixo ritmo de crescimento populacional. Além disso, o estudo indica que ainda que as cidades grandes tenham tido seu crescimento puxado pelo adensamento e extensão da área metropolitana. Já as cidades médias possuíram parte relevante de seu crescimento físico dado pelo crescimento *leapfrog*¹. Por fim, o estudo indica a cidade do Rio de Janeiro (CRJ) como exemplo de uma cidade pouco compacta e com baixa conectividade da sua rede de transportes. Esta falta de conectividade implica em aumentos no custo da infraestrutura e no aumento da dependência de veículos automotores, sendo indícios de um possível espraiamento urbano ao longo da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Embora seja um fenômeno global, o espraiamento urbano se manifesta de maneiras distintas conforme os padrões econômicos e sociais entre, por exemplo, países desenvolvidos e subdesenvolvidos. No caso de países desenvolvidos, os subúrbios são caracterizados por residências unifamiliares com dependência de automóveis onde seus residentes buscam qualidade de vida e menor densidade populacional (Glaeser; Kahn, 2004). Além disso, alguns trabalhos também sinalizam uma possível segregação racial (Mills; Price, 1984; Glaeser; Khan, 2004).

Por outro lado, no caso subdesenvolvido, o espraiamento emerge muitas vezes pela necessidade, derivada de uma urbanização também rápida e desorganizada, mas aliada a uma

¹ Crescimento *leapfrog* é um crescimento fragmentado da área urbana que deixa espaços vazios gerando desconexões entre as áreas urbanas novas e as preexistentes. Para maiores informações, ver Harvey e Clark (1965).

falta de políticas de planejamento eficazes. Especificamente, o fenômeno é marcado pela periferização de populações de baixa renda, levando a segregação social, uma vez que as áreas periféricas, pouco densas, seriam ocupadas pela população mais pobre (Nadalin; Iglioni, 2010). Neste sentido, a segregação aqui observada é de renda, ligada ao distanciamento das classes mais pobres dos lugares centrais, onde geralmente haveria mais amenidades que a periferia.

Neste sentido, a expansão urbana levaria a impactos ambientais, exacerbando problemas de sustentabilidade nas áreas metropolitanas, bem como gestão de recursos e integração social (Burchfield *et al.*, 2006). A dependência de carros levaria a um crescimento na emissão de poluentes (Glaeser; Khan, 2004). Além disso, as extensões urbanas frequentemente avançam sobre áreas verdes e terras agrícolas, comprometendo os habitats e a redução de biodiversidade local (Nadalin; Iglioni, 2010).

Em geral, as regiões metropolitanas brasileiras convivem com grupos armados influenciando mercado ilegais, como por exemplo o tráfico de drogas. Atrelado a isso, a região metropolitana do estado do Rio de Janeiro (RMRJ) possui um fenômeno próprio que é o surgimento das “Milícias”. As Milícias são grupos armados com influência em parte significativa do território da capital e em municípios da Baixada Fluminense, primordialmente formados por policiais, bombeiros militares e guardas penitenciários cujo objetivo envolvia a garantia de segurança dos moradores (Brito, 2020; Zalar e Conceição, 2007). Assim, diferentemente da associação tradicional dos crimes organizados com o tráfico, a RMRJ tem a presença desses grupos milicianos formados por integrantes do próprio Estado (ALERJ, 2008).

Para além das questões de segurança pública, cabe as milícias a hipótese destes grupos paramilitares serem determinantes da expansão urbana na RMRJ. Conforme verifica-se pelo seu modo de dominação e atuação, territórios ocupados pelas milícias seriam marcados por loteamentos irregulares, de modo a gerar uma expansão imobiliária nestas áreas, junto com operações econômicas irregulares como serviços básicos de eletricidade, gás e transporte alternativo (Manso, 2020).

Assim, a supressão de vegetação nativa na RMRJ estaria ligada não à expansão da fronteira agrícola, mas sim da fronteira urbana. Considerando este contexto, o presente estudo visa estabelecer os determinantes do desmatamento na RMRJ, considerando os fatores de expansão urbana apontados pela literatura, bem como a hipótese de as milícias atuarem como um dos determinantes do espraiamento urbano na cidade do Rio de Janeiro e na Baixada Fluminense. Especificamente, o trabalho buscará entender se esta expansão miliciana é significativa, podendo ser considerada um fator a ser considerado no planejamento urbano.

De modo a alcançar o objetivo proposto, adota-se como metodologia o uso de três métodos distintos, mas sinérgicos, a saber: i) análise exploratória de dados; ii) análise de componentes principais e iii) modelo de regressão logístico (logit). Por meio da análise exploratória dos dados torna-se possível caracterizar a importância da CRJ e da BF no contexto do estado do Rio de Janeiro (ERJ), além de mapear as concentrações de desmatamento e áreas sob controle das milícias. A análise de componentes principais foi aplicada no desenvolvimento um índice de infraestrutura urbana (IIU) utilizando dados dos setores censitários para o ano de 2010. Este índice busca capturar a influência da infraestrutura urbana na expansão urbana.

Por fim, o modelo logit foi aplicado para verificar a hipótese de que as milícias e o tráfico de drogas fazem pressão sobre o desmatamento nos setores censitários da CRJ e baixada fluminense. Para tanto, foram utilizados como controle no modelo de regressão fatores apontados na literatura que explicam o crescimento urbano das cidades além de variáveis que capturam as áreas controladas pelas milícias e pelo tráfico para o ano de 2010. A regressão logística é uma técnica permite isolar os efeitos das milícias nos setores censitários em relação ao desmatamento. Esta técnica também foi escolhida em detrimento de outras, devido ao fato de os resultados revelarem em qual percentuais áreas ocupadas por milícias ou tráfico pressionam a área verde do setor censitário comparadas a outras regiões.

O presente trabalho traz uma contribuição inovadora ao explorar a interseção entre segurança pública, planejamento urbano e gestão ambiental, analisando como a atuação das milícias influencia diretamente a expansão urbana e o desmatamento na capital do ERJ e na Baixada Fluminense. Neste sentido, a pesquisa avança em mostrar uma reconfiguração da problemática do crime organizado, tornando-o não só um problema de segurança pública, mas também ambiental. Esta abordagem expande, assim, como deve ser visto

Para tal, o presente trabalho está dividido em mais sete capítulos além desta Introdução, a saber: capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, discutindo os fatores relacionadas à expansão urbana na literatura internacional, nacional e o crime organizado; em seguida, o capítulo 3 descreve a metodologia, abrangendo a base de dados empregada, a análise exploratória de dados, aplicação da análise por componentes principais na construção do IIU, o referencial teórico adotado e a modelagem econométrica; o capítulo 4 apresenta a análise exploratória de dados, avaliando a mancha urbana da cidade, o desmatamento e a expansão do crime organizado; em seguida, os capítulos 5 e 6 apresentam os resultados o Índice de Infraestrutura Urbana e a aplicação da regressão logística sobre o desmatamento testando as hipóteses levantadas, respectivamente; o capítulo 7 traz a conclusão, sintetizando os principais

resultados, implicações e sugestões para pesquisas futuras. Por fim, o presente trabalho se finaliza com o capítulo 8 apresentando as referências bibliográficas.

2. REVISÃO LITERÁRIA

Esta seção tem como objetivo revisitar a literatura de modo a estabelecer o referencial teórico necessário para a avaliação do uso do solo na Cidade do Rio de Janeiro (CRJ) e na Baixada Fluminense (BF). Para isso, serão abordadas duas questões centrais: o espraiamento urbano e do crime organizado. A compreensão dessas questões é fundamental para buscar avaliar os padrões de expansão e ocupação física no recorte espacial definido no trabalho, sendo ambas analisadas de forma complementar.

2.1. Espraiamento Urbano na literatura internacional

O termo espraiamento urbano seria uma tradução literal de *Urban Sprawl* e pode entendido como um tipo de expansão urbana com características próprias. As definições do espraiamento urbano estabelecem, em resumo, que este fenômeno é uma mudança no padrão e configuração das cidades e que pode levar a consequências negativas no padrão de vida. Brueckner (2000) afirma que é importante entender se as críticas ao espraiamento são corretas, pois os riscos associados a mudanças nos padrões urbanos são altos. Portanto, é necessário entender as causas e as forças que levam ao crescimento deste padrão espacial, de modo que possa desenhar as devidas políticas públicas para se mitigar os problemas e diminuir esta expansão.

Clawson (1962) aponta que as forças econômicas são subjacentes ao processo de suburbanização² e a geração de espraiamento que seria a presença dos espaços vazios neste crescimento fragmentado. Não apenas a demanda do mercado levaria busca por mais terras, como também a regulação governamental e as preferências dos donos de terras. Além disso, as expectativas sobre a valorização das terras poderiam levar aos donos de terra a segurarem as terras, ao invés de fornecê-las ao mercado. O resultado, assim, seria um padrão descontínuo do desenvolvimento da cidade (Ewing, 2008; Lessinger, 1962; Ottensmann, 1977).

Harvey e Clark (1965), em uma tentativa de entender a natureza do espraiamento, considera a presença do crescimento fragmentado da cidade como uma consequência da decisão dos agentes econômicos frente à regulação pública dos zoneamentos, às limitações físicas dos terrenos ou o descasamento das expectativas das empreiteiras em mercados monopolistas. Ewing (2008) também estabelece uma relação entre o espraiamento e as forças econômicas,

² Refere-se ao processo de aumento população das cidades em subúrbios em detrimento das áreas centrais. Para mais informações, ver Clawson (1962) e Mieszkowski e Mills (1993).

complementando a partir de trabalhos que falam dos subsídios que incentivam o espraiamento, a presença de externalidades positivas ao valor da terra e a regulação governamental.

O reforço do espraiamento também pode ser visto a partir da dimensão dos subsídios (Ewing, 2008). Raup (1975) lista uma série de subsídios que levariam ao subúrbio ser preferível que áreas centrais, como deduções em impostos e taxas de juros para créditos, investimentos massivos em rodovias, incentivos fiscais sobre o custo da terra, entre outros. Hanson (1992) coloca que o sistema de transporte americano vem sistematicamente subsidiando o padrão disperso de aglomeração e uso do solo urbano. Este subsídio estaria relacionado aos incentivos dados a infraestrutura rodoviária, bem como nos produtos derivados do petróleo e aumento do custo de oportunidade do uso da terra.

O chamado modelo de cidade monocêntrica, também chamado de modelo monocêntrico Alonso-Muth-Mills (Alonso, 1964; Muth, 1969; Mills, 1967), é muito utilizado para explicitar a questão de como o espraiamento urbano ocorre. O modelo busca explicar a estrutura espacial urbana básica das cidades e estabelece que esta é determinada, em resumo, pelo *trade-off* entre o custo de deslocamento e aluguéis da terra. No equilíbrio, à medida que o agente se distancia do centro da cidade, menor será o aluguel da terra, porém mais caro será o deslocamento. O que leva a entender o espraiamento urbano como o resultado do barateamento do custo de deslocamento a partir do investimento público na malha rodoviária, o que explicaria o declínio geral da densidade das cidades no século XX.

No campo empírico, os determinantes de espraiamento urbano podem estar relacionados tanto a variáveis econômicas quanto a variáveis sociais. Mills e Price (1984) avaliam a relação entre a suburbanização e o que os autores chamam de “problemas centrais da cidade”. O modelo teórico é baseado em uma função exponencial que relaciona a densidade da cidade e a distância entre a área e o centro. Os principais resultados colocam que o crescimento populacional e de renda seriam os principais determinantes da suburbanização metropolitana dos Estados Unidos (EUA) no pós-Segunda Guerra. Além disso, das características em geral ligadas aos centros das cidades americanas, a única estatisticamente significativa foi a presença da alta proporção de populações não-brancas, indicando um aspecto de segregação racial que levaria a uma maior suburbanização.

Em um estudo com base de dados ligadas à sensoriamento remoto e ao uso do solo, Burchfield *et al.* (2006) buscam estudar as causas do espraiamento no território americano avaliando as mudanças no uso do solo entre 1976 e 1992. A partir da construção de um índice do espraiamento urbano e a consideração das variáveis determinantes do espraiamento, os autores aplicaram métodos econométricos sobre as 275 áreas metropolitanas americanas.

Dentre seus resultados, verificaram associações positivas do espraiamento com o nível de dispersão do emprego; com a infraestrutura rodoviária que aumentaria a dependência dos carros nas cidades; com o aumento acelerado da população; com o custo de oportunidade de segurar lotes de terras desvalorizados do mercado; a facilidade de se construir poços individuais para obtenção de água diretamente dos aquíferos; com o nível de terreno acidentados; e o percentual de solo urbano não sujeito às regulações municipais. Quanto maior cada uma dessas variáveis, maior seria o espraiamento segundo o trabalho.

Glaeser e Kahn (2004) realizam uma análise abrangente sobre as causas do espraiamento urbano, além de sua evolução histórica. Os autores colocam que historicamente as cidades foram moldadas pelas tecnologias de transporte de suas épocas. Neste sentido, é reconhecida a importância dos meios de transporte público, porém é no automóvel que está a causa principal do espraiamento, uma vez que este eliminaria a necessidade de viver em alta densidade perto das estações de transporte público. Os autores também colocam que a noção de espraiamento também possui seu lado positivo, visto que permite que casas maiores sejam construídas e tempos de deslocamento mais curtos (dado que a infraestrutura de transporte centrada no carro cresce). Porém, ainda reforça que possa ter implicações de segregação racial e um maior custo para as classes mais pobres que não conseguem financiar os custos de um automóvel.

Oueslati, Alvanides e Garrod (2015) buscaram avaliar os determinantes do espraiamento urbano em 320 cidades europeias no período entre 1990-2006 utilizando como base o modelo monocêntrico de cidade. Os autores construíram um índice de espraiamento a partir de dados geográficos e relacionaram com variáveis econômicas, sociais, de crime, produtividade da área agrícola e variáveis climáticas. Dentre os resultados encontrados, além dos resultados já convencionais como o efeito positivo do crescimento populacional e do PIB per capita, os autores verificam uma possível ligação entre a produtividade adjacente das áreas agrícolas e um crescimento mais restrito do espraiamento urbano. Além disso, verificou-se que a poluição nos centros das cidades seriam um fator para o espraiamento. Com o uso de um painel de dados de áreas urbanizadas dos Estados Unidos entre 1990 e 2010, DeSalvo e Su (2017) também validam os resultados sobre a importância do crescimento populacional e de renda para o espraiamento urbano, mas também colocam que fatores políticos ajudariam a explicar a diferença nos tamanhos espaciais.

2.2. Espraiamento Urbano na literatura nacional

O caso nacional de espraiamento urbano, na maioria das cidades, se mostra diferente do observado nas cidades americanas. A periferização da população aqui pode ser dada tanto pelo distanciamento das classes mais altas quanto pelas classes mais baixas.

Villaça (1998) aponta que no território urbano, a segregação socioespacial é fundamental para o entendimento da estrutura espacial intraurbana. Neste sentido, ela se apresenta voluntariamente ou involuntariamente. A população homogênea e de alta renda vão se segregar voluntariamente ao ocupar os espaços urbanos em loteamentos fechados e condomínios. Por outro lado, a população de baixa renda é obrigada a morar, ou deixar de morar em determinado local. Borges e Rocha (2004) colocam que a expansão da periferia no Brasil se intensificou a partir da década de 1970. Os autores colocam que a periferia urbana é intrinsicamente ligada ao mercado de trabalho e colocam que a periferização das grandes metrópoles brasileiras se deu pelo movimento de acumulação de capital centralizado.

Nadalin e Iglioni (2015) aponta que o movimento de periferização leva a deslocamentos mais demorados e a menor acesso à infraestrutura urbana. Para os autores um problema social relevante é o movimento de periferização dado pela população de baixa renda, gerando a desigualdade socioespacial. Por fim, os autores por meio da avaliação de um índice de espraiamento urbano colocam que entre 1960 e 2000, a Região Metropolitana de São Paulo vivenciou essa ocupação da periferia pelas populações mais pobres.

Lima *et al.* (2021) aborda esta questão do espraiamento residencial urbano e seus impactos na acessibilidade em empregos em Fortaleza, Ceará. Os autores se utilizaram de métodos de estatística espacial para demonstrar o espraiamento residencial urbano coloca uma baixa diversidade de zoneamentos na periferia, o que leva a um aumento das distâncias entre moradias e os postos de trabalho. Assim, observa-se uma disparidade nos níveis de acessibilidade entre grupos vulneráveis e privilegiados, ainda que estejam em uma mesma metrópole.

No caso da CRJ, Carneiro *et al.* (2019) procura estudar o nível de acessibilidade de empregos nas diferentes Regiões Administrativas da cidade. Regiões afastadas do centro urbano possuem menor acessibilidade, uma vez que os empregos são concentrados em áreas centrais e há um grande distanciamento entre o centro e as regiões periféricas da capital. Além da distância, destacou-se também a pouca integração modal entre os sistemas de transporte.

2.3. Crime Organizado

No campo internacional, o crime organizado é trabalhado como um fenômeno complexo, multifacetado e multidisciplinar que, por vezes, perpassa fronteiras interestaduais e nacionais. Implica-se, assim, em consequências não apenas na segurança pública, mas na economia e na governança como um todo. Devito (2005) coloca que o crime organizado internacional é composto por diversos grupos criminosos, incluindo *Yakuza*, a *Triad* e a máfia russa entre outros. Estes não apenas possuem domínios em seus territórios de origem, como também possuem presença no continente americano, por exemplo. O autor destaca uma gama de atividades ilícitas na atuação destes grupos tais como, contrabando, extorsão e tráfico de drogas, demonstrando a natureza adaptativa desses criminosos.

Ao analisar a estratégica de combate do crime organizado dos EUA, Westmoreland (1999) destaca como esta influencia questões de segurança nacional e aborda questões como terrorismo, comércio ilegal e até mesmo armas de destruição em massa. O autor enfatiza a necessidade de cooperação global.

Viano (1999), ao avaliar o término da Guerra Fria e o colapso da União Soviética, coloca que estes eventos foram catalisadores do crime organizado a nível global. Eventos históricos que criam vácuos de poder que foram rapidamente preenchidos por redes criminosas, destacando a conexão entre geopolítica e o crime organizado. A análise do autor reforça a necessidade das estratégias de prevenção e resposta ao crime organizado serem flexíveis, uma vez que estas redes se adaptam a diferentes tipos de contextos sociais e econômicos.

O contraste entre esta visão global e a visão nacional e local não é significativa, visto que há adaptabilidade no crime organizado. Daniele (2009) explora os custos da criminalidade avaliando na literatura quais são os desdobramentos do crime organizado na Itália em termos de desenvolvimento econômico. Especificamente, as organizações mafiosas italianas reduziram a produtividade, as oportunidades de emprego e investimentos locais e/ou estrangeiros. Além disso, distorcem o mercado local, levando, conseqüentemente, um ambiente de negócios desfavorável às atividades econômicas e, conseqüentemente, ao desenvolvimento.

Acemoglu, Robinson e Santos (2013) – ARS – demonstram que atores armados não estatais (paramilitares) podem influenciar eleições e a política. Neste sentido, o trabalho estabelece que há persistência de grupos armados em áreas onde conseguem entregar votos para políticos e o “quid pro quo” entre executivos e paramilitares, sendo isto atestado na Colômbia, objeto de estudo dos autores. Diante dos achados, foi possível apontar que há uma incapacidade no estabelecimento do monopólio da violência por parte do governo, uma vez que exista a influência de grupos paramilitares em eleições e políticas. Este fato implica no impedimento do desenvolvimento político e econômico efetivo das regiões.

Pinotti (2015) traz a partir de uma perspectiva global as influências do quão prejudicial pode ser o crime organizado. Com dados de 147 países, o autor utilizou um índice de crime organizado e o correlacionou com métricas econômicas e políticas entre 2006 e 2013. Uma presença forte do crime organizado leva a um PIB *per capita* menor, a uma maior corrupção e risco de aumento da violência política. A América Latina é apontada pelo autor como uma região com o crime organizado sendo um problema significativo, visto que o crime organizado estaria associado a corrupção elevada e a maior violência política nos países latino-americanos. O estudo de Kosmyinka (2020) acerca da área tri-fronteiriça de Paraguai, Brasil e Argentina avalia como o crime organizado explora as vulnerabilidades regionais, de modo a facilitar a execução de suas atividades ilícitas.

Fenizia e Saggio (2024) buscam avaliar o efeito da retirada da influência do crime organizado na Itália. Os autores verificaram as consequências das destituições de conselhos municipais infiltrados pela máfia cuja proposta visava a revitalização da economia local. A remoção das administrações municipais levou a um aumento significativo no emprego, no número de empresas e no preço dos mercados imobiliários industriais. Este trabalho reforça como intervenções diretas contra a influência do crime organizado podem desencadear desenvolvimento econômico.

Drugowick e Pereda (2023) utilizam o método de controle sintético para analisar o impacto econômico da presença de um grupo criminoso chamado Família do Norte em Manaus. Os autores estimam que a presença da organização criminosa na área reduziu o PIB *per capita* de Manaus em 3% ao ano. Os autores reforçam o argumento da incerteza econômica e de segurança como fatores que reduzem o investimento econômico e qualidade de vida, afetando, conseqüentemente, de forma negativa no desenvolvimento econômico.

Ashby e Ramos (2013) abordam como essas implicações econômicas afetaram os investimentos estrangeiros diretos no México. Os autores demonstram que há setores econômicos mais resilientes ao crime organizado do que outros. Especificamente, a extorsão ou apropriação das terras pode levar a redução de investimentos em agricultura e comércio, enquanto investimentos em mineração e petróleo conseguem se manter resilientes a pressão do crime organizado. O estudo aponta, ainda, que esses setores teriam um gerenciamento de risco mais sofisticado com longos horizontes de investimento, o que intensificaria setores extrativos em detrimento de setores comerciais.

Em contrapartida, a atuação do crime organizado também pode existir em solo urbano. Weinstein (2008) avalia como a liberalização econômica da Índia nos anos de 1990 impactou o modelo de negócios dos grupos criminosos do país. Em Mumbai, a liberalização econômica

levou ao declínio do contrabando, levando os grupos criminosos a diversificarem suas operações, sobretudo atuando no mercado imobiliário, um dos mais dinâmicos pós-reformas no país. A autora revela que a aliança entre criminosos, políticos e agentes públicos permitiu a ocupação de locais estratégicos, remoção forçada de comunidades de favelas, bem como a conversão irregular de terrenos industriais em áreas comerciais.

2.4. Milícias

A Seção 2.3 é usada como arcabouço básico para entender a dinâmica das Milícias no ERJ. A palavra milícia aplicada no ERJ é muito diferente de seu significado comumente utilizado e etimológico. Pela etimologia, milícia advém do latim *militia* que, por sua vez, seria a junção de *miles* (soldado) com “itia” (um estado, qualidade ou condição de ser) e em sua origem significava serviço militar, sendo inclusive usado para derivações na parte militar como, por exemplo, *militae* (em guerra, no exército), *militiae honorem* (honras militares) entre outras aplicações (Lewis, 1890).

Zaluar e Conceição (2007) colocam que as aplicações mais recentes da palavra remetem a uma força militar composta de cidadãos ou civis que pegam em armas para garantir sua defesa, ou então o exercício da atividade de defesa de uma comunidade a partir de homens habilitados para tal ou até mesmo um “exército de reserva”. Porém, as autoras definem as milícias entendidas no ERJ como organizações primordialmente formadas por policiais e bombeiros militares, além de guardas penitenciários cuja objetivo envolvia a garantia de segurança de moradores de algumas vizinhanças em troca de uma taxa mensal/semanal a ser paga.

Brito (2020) define como uma forma de poder paralelo ao estado, que vinha ganhando espaço principalmente nas favelas e áreas periféricas do ERJ. O autor também destaca que os primeiros indicativos das milícias na base de dados do Disque Denúncia surgem a partir de 2002. Inicialmente, os nomes eram diversos: justiceiros, grupos de extermínio, polícia mineira, paramilitares dentre outros. Manso (2020) descreve as milícias como uma junção de grupos paramilitares em acordo com a Polícia Militar do Rio de Janeiro (PMERJ), destacando seu início da região do Rio das Pedras, na Zona Oeste da CRJ. Pela mídia, a reportagem inaugural do termo “milícia” viria apenas em 2005, no jornal *O Globo*, pela jornalista Vera Araújo que devido ao espaço limitado gerou o título “Milícias de PM expulsam o tráfico”, onde descrevia que 42 favelas já eram dominadas por grupos de policiais (Araújo, 2005; Manso, 2020).

Há um contraste entre áreas dominadas “por grupo de policiais” (ou milícias) e dominadas por traficantes que pode ser observada no *modus operandi* de cada uma das facções.

Ao descrever a dinâmica do tráfico para abordar a questão eleitoral, Misse (2008) destaca que este grupo se organiza em redes de gangues controlando partes específicas das favelas gerando um domínio local. O domínio local é estabelecido com regras próprias para atender o mercado de drogas e leva a uma dinâmica complexa com a comunidade, em uma mistura de ações repressivas e extorsões de um lado e fornecimento de serviços ou favores de outro, de modo a criar para os moradores uma dependência. Para lidar com as forças policiais, o autor destaca que utilizam de corrupção policial e campanhas de repressão policial, agravando a violência no local.

Pelo lado da atuação policial, Cano e Ribeiro (2016) buscam detalhar como as abordagens policiais sofrem evolução ao longo dos 30 anos antecidos à publicação. Os autores reforçam a presença da violência a partir das estratégias militarizadas, com operações agressivas, chamadas de “incursões” nas favelas. Além disso, destaca-se como a corrupção policial gera complicações a este cenário de “guerra às drogas”, uma vez que esses esquemas de corrupção envolviam subornos para tolerar o tráfico ou até mesmo a proteção.

A dominância do tráfico também é vista pelo clientelismo junto à comunidade. Ao analisar as eleições de 1998, Arias (2006) coloca que os traficantes se tornaram os intermediários entre a favela e os políticos. Neste sentido, o processo eleitoral seria comprometido na medida que os traficantes influenciariam o voto, a partir do acesso dos políticos às comunidades, bem como a troca de favores. Este trabalho reforça o modelo de escolha política de ARS (2013).

O paralelo a ser feito aqui, portanto, é entre a ação repressiva, clientelista, violenta e de dependência do tráfico com a abordagem da milícia que remete os aspectos clientelistas e dependência, porém por uma ótica de “estabilidade da ordem pública”. Alves (2008) avalia esta dinâmica detalhada da consolidação das milícias no ERJ, principalmente na Baixada Fluminense e na Zona Oeste. O autor remonta o surgimento das milícias a partir dos grupos de extermínios das décadas de 1970 e 1980, formados por policiais militares, civis, bombeiros e guardas municipais. Estes grupos seriam financiados pelo comércio local e com apoio político, para então depois ser institucionalizado na política durante a década de 1990.

Esta avaliação reforça a visão de uma violência acumulativa, integrada às estruturas sociais e econômicas da cidade, onde a milícia seria o ator informal que buscaria promover a segurança em troca do controle e poder econômico (Zaluar, 1995; Misse, 2020). Para além da proteção, a milícia se vendia como aqueles que levariam ordem, estabilidade e possibilidade de planejar o futuro, o que, por sua vez, difere do tráfico na medida em que os milicianos

executariam loteamentos irregulares, com desmatamento de matas nativas, para a expansão do empreendedorismo e das atividades da comunidade naquela área (Manso, 2020).

O discurso seria, portanto, de uma repressão “direcionada” para apenas os inimigos das comunidades. No início de 2008, houve, porém, a tortura de jornalistas que buscavam produzir matéria acerca das milícias. Este fato repercutiu pela mídia e levou a criação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) acerca das milícias na Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) cuja realização ocorreu entre junho e novembro do mesmo ano, com a participação de pesquisadores, profissionais de segurança, delegados e membros do Ministério Público (ALERJ, 2008). Esta CPI reforça como o conceito tradicional de milícia foi totalmente superado no contexto fluminense, na medida que grupos de agentes do Estado usariam de métodos repressivos em comunidades mais pobres, bem como venderiam serviços que vão desde transporte alternativo, venda de gás e TV a cabo (ALERJ, 2008). A coerção, o lucro e o discurso de legitimação informal a partir da proteção de moradores seriam características fundamentais nos territórios milicianos.

Os documentos da CPI apontaram 161 comunidades sobre o comando de Milícias em 2008 e estimava-se que em 2018, cerca de 2 milhões de pessoas no Rio de Janeiro estariam sob influência da Milícia (Brito, 2020). As Milícias, operando sob uma fachada de provisão de segurança, estabelecem um regime de medo e extorsão que se diferencia das operações de grupos traficantes, mas mantém similaridades, como, por exemplo o controle territorial e a imposição de “taxas” aos moradores. A substituição do tráfico pelas milícias não necessariamente garante uma maior segurança, mas transforma a natureza da dominação, a partir de uma organização mais sofisticadas com ligações às instituições formais, como a política e polícia (Araújo, 2005; ALERJ, 2008).

Este fenômeno reflete os achados de ARS (2013), uma vez que os agentes não estatais podem estabelecer um “monopólio da violência” em locais onde o governo é ausente, criando estados paralelos que exercem funções típicas do Estado. No caso das Milícias no ERJ, não é apenas a segurança, como também a construção de loteamentos, regulação de imóveis e até mesmo a distribuição de bens, como gás, eletricidade e até mesmo controle dos transportes alternativos.

Assim, as Milícias se tornam uma força que altera a dinâmica de poder local e mimetiza o Estado. Estes grupos passam, com aval de agentes do Estado, a atuar como governando *de facto* essas áreas, estabelecendo um estado paralelo que permeia as estruturas e governanças as áreas urbanas. Neste sentido, enquanto ARS (2013) demonstram a influência desses grupos

paramilitares na política de maneira formal, a literatura não capta totalmente o agravamento de alguns problemas urbanos.

Especificamente, a relação entre expansão urbana, conduzida por loteamentos irregulares, e o conseqüente desmatamento ainda é pouco explorada na literatura. Embora existam estudos sobre o impacto ambiental da urbanização e sobre a dinâmica das milícias nas periferias urbanas, a interseção desses fenômenos permanece subavaliada. Entender explicitamente a relação entre o loteamento irregular e sua influência sobre o desmatamento não são mostrados explicitamente, sendo este, portanto, o objetivo do presente trabalho, considerando, principalmente, que houve uma grande expansão de territórios dominados pelas Milícias.

3. METODOLOGIA

Este capítulo pretende descrever a base de dados, bem como a fonte da mesma e todos os procedimentos metodológicos aplicados tanto na análise exploratória de dados quanto na aplicação empírica.

3.1. Bases de dados

Os setores censitários da cidade do Rio de Janeiro (CRJ) e a Baixada Fluminense (BF) são o recorte espacial adotado neste trabalho. Toda a análise considerou este recorte para o ano de 2010. De acordo com a literatura espraiamento urbano citada anteriormente, o trabalho utiliza como base, dados socioeconômicos da população urbana da CRJ e Baixada Fluminense (BF), seu nível de desmatamento e a ocupação territorial da milícia e do tráfico de drogas.

No Capítulo de Análise Exploratória de Dados (AED, Capítulo 4), a contextualização da região estudada no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro (ERJ) se deu pelo uso dos dados do estudo de regiões de influência do IBGE (2020). Este estudo delimita a hierarquia urbana brasileira, ranqueando as cidades do país e delimitando-as para além dos limites político-administrativos. As cidades possuem uma série de classificações dadas pelo nível de influência local e/ou nacional³. Além da hierarquia, a contextualização conta com uma avaliação da distribuição espacial dos empregos, da mancha urbana, a supressão de vegetação nativa e, por fim, do território da milícia. As variáveis utilizadas e suas bases serão descritas a seguir. Além disso, destaca-se que o uso dos bairros da CRJ enquanto utiliza-se a apenas o nível municipal

³ Para mais informações, ver IBGE (2020).

da Baixada Fluminense se deu, pois, a capital do ERJ é heterogênea e densamente povoada, levando-a a ter diferentes recortes, como será mostrado ao longo da seção de AED.

Para entender a distribuição espacial dos empregos da região estudada, elaborou-se uma compatibilização entre os microdados de estabelecimentos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) com os bairros da capital (BRASIL, 2022). Neste tratamento, a informação apresentada neste trabalho representa 95% dos estabelecimentos para o ano de 2021, visto que há ausência de informações precisas em certos CEPs da base de dados pública. Estes dados foram compatibilizados com os *shapefiles* dos bairros da CRJ disponibilizados pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2020) a partir do portal de dados abertos “DATA.RIO”, gerido pelo Instituto Pereira Passos (IPP) quando analisado os bairros da CRJ.

Os dados para entender a mancha urbana da cidade foram coletados a partir do estudo de áreas urbanizadas do Brasil, também feito pelo IBGE. A mancha urbana no território faz parte do processo de acompanhamento do fenômeno urbano. O monitoramento de áreas urbanas se torna essencial, visto que revela o quanto da paisagem se mantém ou se transforma, conforme os padrões de edificação e de vida evoluem (IBGE, 2022).

Os dados de supressão da vegetação nativa da Mata Atlântica foram coletados na Plataforma TerraBrasilis, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Assis *et al.*, 2019). A Plataforma agrega os dados de desmatamento ocorrido nos diversos biomas do Brasil. No caso da Mata Atlântica, a base de dados divulgada possui informações bianuais com a área desmatada, quando foi coletada, qual satélite usado entre outras informações. O período utilizado neste trabalho compreende o desmatamento capturado nos anos de 2008 e 2010.

No que tange os dados de território da milícia, estes foram extraídos do mapa criado a partir do trabalho sobre grupos armados no Rio de Janeiro, realizado pelo Grupo de Estudos dos Novos Ilegalismos (GENI) e o Instituto Fogo Cruzado (IFC) (2022). A partir de denúncias anônimas do Disque-Denúncia, o relatório do GENI e IFC tratou mais de 689 mil denúncias anônimas sobre milícias e tráfico de drogas. Esta fonte é especialmente importante devido à abrangência e continuidade, permitindo uma análise longitudinal da RMRJ. Com isso, elaborou-se um sistema de classificação e categorização das denúncias, de modo a identificar os controles territoriais em mais de 13 mil sub-bairros, favelas e conjuntos habitacionais da região metropolitana. Os territórios utilizados na análise deste trabalho compreendem o triênio 2008-2010.

Por fim, como variáveis de controle no modelo econométrico serão utilizadas informações desagregadas a nível de setor censitário do Censo de 2010. Estes dados foram utilizados para caracterizar a infraestrutura residencial, urbana, bem como características

demográficas e de renda como possíveis fatores que fazem pressão ao desmatamento (IBGE, 2010). O Quadro 1 apresenta um resumo das variáveis utilizadas neste trabalho, bem como suas fontes.

Quadro 1 – Resumo das bases de dados utilizadas

Fonte	Base de dados	Referência	Variáveis Coletadas
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Estudo de regiões de influência das cidades	IBGE (2020)	Hierarquia urbana brasileira, classificações das cidades por nível de influência Mancha urbana da cidade
	Censo de 2010	IBGE (2010)	Características demográficas, de renda, e de infraestruturas urbana
Relação Anual de Informações Sociais	Microdados de estabelecimentos da RAIS	BRASIL (2022)	Distribuição espacial dos empregos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Plataforma TerraBrasilis	Assis <i>et al.</i> (2019)	Dados de desmatamento na Mata Atlântica
Grupo de Estudos dos Novos Ilegalismos e Instituto Fogo Cruzado	Mapa de território da milícia e do tráfico	Grupo de Estudos dos Novos Ilegalismos e Instituto Fogo Cruzado (2022)	Controles territoriais identificados a partir de denúncias anônimas
Limites Territoriais	<i>shapefiles</i> do Brasil	Pacote "geobr" (Pereira; Gonçalves; 2024)	Território do ERJ e setores censitários
	Portal de Dados abertos da CRJ	Data.rio (IPP, 2024)	Bairros e Regiões Administrativas

Fonte: Elaboração própria.

A coleta, tratamento e visualização destes dados foram feitos a partir do uso do software estatístico R 4.3.3 (R CORE TEAM, 2024). Além das funções básicas do R, este trabalho contou com o uso dos packages: *basedosdados* versão 0.2.2 (Cavalcante; Herszenhut; Dornelles; 2023); *geobr* versão 1.8.2 (Pereira; Gonçalves; 2024); *ggspatial* versão 1.1.9 (Dunnington, 2023); *ggthemes* versão 5.1.0 (Arnold, 2024); *jsonify* versão 1.2.2 (Cooley, 2022); *paletteer* versão 1.6.0 (Hvitfeldt, 2021); *sf* versão 1.0.15 (Pebesma et al., 2018); *sp* versão 2.1.3 (Pebesma; Bivand, 2005; Bivand; Pebesma; Gomez-Rubio, 2013); *tidyverse* versão 2.0.0 (Wickham et al., 2019).

Seguida da análise exploratória de dados, a Seção 5 busca construir o índice de infraestrutura urbana (IIU) para ser utilizado na análise econométrica. A variável de infraestrutura urbana é necessária visto que seu efeito é conhecidamente explorado em trabalhos sobre espraiamento urbano (Burchfield et al., 2006). Entretanto, as variáveis usualmente utilizadas para avaliação de infraestrutura de serviços públicos são bem homogêneas na RMRJ,

devido ao caráter urbano da região. Assim, como *proxy* para infraestrutura urbana, o presente trabalho buscou mensurar o efeito da infraestrutura urbana avaliando a proporção de domicílios com infraestrutura básica de serviços, geralmente ligados ao entorno das residências, a saber: logradouro, iluminação pública, calçada e arborização. Entretanto, conforme mostra a Tabela 1, essas variáveis possuem uma grande correlação entre si, o que pode levar a Multicolinearidade na análise econométrica.

Tabela 1 - Matriz de Correlação entre as variáveis que compõe o IIU

	Logradouro	Iluminação Pública	Calçada	Arborização
Logradouro	1	-	-	-
Iluminação Pública	0,632	1	-	-
Calçada	0,634	0,719	1	-
Arborização	0,505	0,537	0,546	1

Fonte: Elaboração Própria.

Assim, de modo a sanar o problema de Multicolinearidade no modelo empírico, foi proposto a criação de um índice que meça o nível de infraestrutura urbana a nível dos setores censitários. Para a criação deste índice, o presente trabalho empregará uma Análise Fatorial por Componentes Principais, conforme descrita na Subseção 3.3.

Por fim, da análise exploratória à construção do índice, o presente trabalho termina seus resultados na estimação de um modelo estatístico dos determinantes da expansão urbana. A estratégia empírica utilizada foi um modelo de regressão logística (logit). Neste modelo, a variável dependente a ser utilizada tem que ser uma dummy, isto é, os valores assumidos devem ser 0 ou 1. A verificação da hipótese de se territórios ocupados pela milícia aumentam ou não a probabilidade do desmatamento na região dominada será testada também com uma dummy que indica se aquele território possui ou não este grupo paramilitar. Além da milícia, o mesmo procedimento será adotado para regiões dominadas pelo tráfico de drogas.

A variável dependente de desmatamento se deu pela sobreposição entre área desmatada e os setores censitários. Os setores censitários do Censo de 2010 que, assim, tiveram alguma sobreposição com área desmatada receberam o valor 1. Esta sobreposição se deu pelo uso de

*spatial joins*⁴ a partir do pacote *sf* de Pebesma *et al.* (2018) no *software* R. O mesmo procedimento foi realizado para a construção das dummies de milícia e tráfico, utilizando seus respectivos *shapefiles*, sobrepondo-os aos setores censitários.

Em relação às variáveis de controle para as questões econômicas, urbanas e de densidade populacional, todas foram construídas levando em consideração as informações compiladas e desagregadas no nível do setor censitário. Por fim, a distância ao centro seria a distância euclidiana do centroide do bairro Centro do município do Rio de Janeiro em relação ao centroide de todos os outros setores censitários. O uso da distância euclidiana em detrimento de métodos mais complexos como algoritmos que estimam tempo de viagem, por exemplo, se deu devido não haver possibilidade de recriação de ruas e localizações para o ano 2010.

O uso dos setores censitários torna a análise mais robusta que visto existe bairros onde possuem atuação tanto da milícia quanto do tráfico de drogas. Desta forma, uma análise mais desagregada no nível do setor censitário possibilita identificar o efeito causal das milícias e do tráfico no espraiamento urbano na cidade do Rio de Janeiro e na baixada fluminense. O Quadro 2 apresenta um resumo das variáveis utilizadas no modelo empírico bem como o sinal esperado delas.

Quadro 2 – Resumo das variáveis utilizadas no modelo econométrico

Variável	Proxy Utilizada	Referências	Descrição	Sinal Esperado
Desmatamento	Expansão Urbana	-	Variável dependente <i>dummy</i> que é igual a 1 caso o setor censitário tenha tido desmatamento	Variável dependente
Milícia	Ocupação das milícias	-	Variável <i>dummy</i> que é igual a 1 caso tenha presença das milícias naquele setor censitário	+
Tráfico	Ocupação do tráfico	-	Variável <i>dummy</i> que é igual a 1 caso tenha presença do tráfico naquele setor censitário	Não significativa
Índice de Infraestrutura Urbana (IIU)	Qualidade da infraestrutura urbana	Burchfield <i>et al.</i> (2006), Ewing e Cervero (2010)	Índice composto por características urbanas como logradouro, iluminação pública, calçada e arborização.	+
Rendimento Médio	Capacidade econômica dos residentes	Glaeser e Kahn (2004), Burchfield <i>et al.</i> (2006)	Logaritmo natural do rendimento total médio das famílias.	+
Densidade de moradores por metro quadrado	Densidade demográfica	Anas, Arnott, e Small (1998), Brueckner (2000)	Logaritmo natural da densidade de moradores por metro quadrado.	-

⁴ Para mais detalhes sobre esta técnica, veja Pebesma e Bivand (2023).

Distância do Centro	Acesso ao centro urbano	Mills e Price (1984)	Logaritmo natural da distância até o centro de negócios mais importante da região.	+
---------------------	-------------------------	----------------------	--	---

Fonte: Elaboração própria.

Segundo o estudo de áreas urbanizadas do IBGE (2022), a CRJ apresentou cerca de 640 km² de área urbanizada, sendo o 2º maior município em extensão absoluta de áreas urbanizadas do Brasil. Na baixada fluminense a área urbana corresponde a 53% de sua área oficial, também apresenta uma grande mancha urbana em seu território. Sabendo que o recorte espacial analisado por este trabalho é acidentado e tem diversas áreas de reservas ambientais e o PIB do setor agropecuário do Estado do Rio de Janeiro é constante no valor de 0,5%, é possível inferir a baixa presença de atividades agrícolas na região. Desta forma, pode-se entender que a atividade agrícola não seja um determinante para o desmatamento na região analisada. Desta forma, é possível inferir que o desmatamento estaria intimamente ligado à expansão urbana, na região analisada.

3.2. Implementação da Análise Exploratória de Dados

A implementação da Análise Exploratória de Dados (AED) neste estudo segue os preceitos estabelecidos por Tukey (1977). Para o autor AED é um procedimento indispensável para a análise inicial e aprofundada de um processo gerador de dados, visando à identificação de padrões, valores discrepantes e estruturas inerentes a base sem a imposição de hipóteses a priori. Em conformidade com o enquadramento de Tukey (*ibid*), a AED é empregada como uma etapa preliminar ao modelo econométrico, permitindo uma compreensão intuitiva e detalhada das variáveis em estudo.

Neste contexto, conforme delineado por Wickham (2014), a eficácia da AED é reforçada pela organização prévia dos dados em um formato estruturado, que distingue claramente variáveis e observações. O presente trabalho adota o princípio de “dados organizados” de Wickham (*ibid*) para estruturar os conjuntos de dados urbanos e ambientais a serem avaliados, de modo a facilitar a aplicação de métodos de AED e assegurando a consistência e replicabilidade das análises. A preparação dos dados segue o protocolo que inclui a limpeza dos dados, o tratamento de valores ausentes e a transformação das variáveis, quando necessário.

A adoção de técnicas avançadas de visualização de dados, fundamentadas por Cleveland (1985), constitui um pilar central na metodologia da AED. A utilização de representações gráficas como histogramas, gráficos de dispersão, mapas e gráficos de séries temporais buscou

elucidar as relações entre as variáveis sociais, urbanas e ambientais. Estas técnicas não apenas facilitam a identificação de padrões e tendências significativas, como também facilita para o leitor o entendimento dos resultados obtidos.

Esta abordagem possui grande aplicabilidade no contexto de dados urbanos. McHale *et al.* (2015) destacam a importância de entender o ambiente urbano como sistema socioecológico complexo, cuja compreensão busca as interações multifacetadas entre os componentes bióticos, abióticos, sociais e econômicos. Para demonstrar tal importância, os autores lançam mão da AED, seguindo uma abordagem interdisciplinar, para estabelecer padrões e correlações nos dados urbanos, permitindo uma avaliação aprofundada de como os fatores econômicos, demográficos e ambientais coexistem e se influenciam mutuamente dentro do tecido urbano.

Analogamente, Kitchin (2014) argumenta que o advento do *Big Data* e das tecnologias de informação oferecem oportunidades para o chamado “urbanismo inteligente”, permitindo análises em tempo real que podem informar a gestão e o planejamento urbano de maneira dinâmica e responsiva. Munidos desta perspectiva, o autor aplica técnicas de AED para explorar grandes conjuntos de dados urbanos, identificando padrões de mobilidade, uso do solo e tendências de crescimento urbano. O estudo não apenas demonstra a capacidade da AED em lidar até mesmo com dados complexos urbanos, mas também sublinha seu potencial para fornecer uma visão que guie políticas públicas ao desenvolvimento urbano sustentável.

Portanto, considerando a importância do AED destacada pelos autores, o presente trabalho empregará o uso de AED como uma das ferramentas descritivas para revelar as dinâmicas subjacentes do desmatamento na CRJ e na Baixada Fluminense.

3.3. Análise Fatorial por Componentes Principais

O presente trabalho verificou a necessidade de se criar um indicador para a infraestrutura urbana. A construção deste índice torna-se necessário devido à falta de uma variável consistente para explicar a infraestrutura urbana sendo um importante fator para explicar a expansão urbana. Além disso, o índice é importante para a análise econométrica, visto que mitiga um possível problema de Multicolinearidade oriundo de variáveis altamente correlacionadas.

Diante do exposto, o índice será construído por meio da Análise Fatorial por Componentes Principais (AF por CP) utilizando as informações contidas em variáveis selecionadas no Censo de 2010. Estas variáveis seriam as proporções de domicílios do setor censitário que possuem logradouro, iluminação pública, calçada e arborização. A Análise Fatorial por Componentes Principais é uma técnica estatística que consiste na transformação de

um conjunto de variáveis possivelmente correlacionadas em variáveis ortogonais, logo não correlacionadas, chamadas de componentes principais (CP). Esta técnica é amplamente utilizada para redução de dimensionalidade e para a criação de índices compostos (Jolliffe, 2002).

A AF por CP só será adequada quando se verifica correlação entre as variáveis. Para tal verificação, dois testes são utilizados: o teste de esfericidade de Bartlett e o Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O teste de esfericidade de Bartlett (Bartlett, 1951) verifica se a matriz de correlação observada (R) é significativamente diferente da matriz identidade (I), indicando a presença de correlações entre as variáveis. A estatística do teste segue uma distribuição χ^2 é dada como:

$$\chi^2 = -\left(n - 1 - \frac{2p+5}{6}\right) \ln(|R|) \quad (1)$$

Onde n é o número de observações, p é o número de variáveis, e $|R|$ é o determinante da matriz de correlação. A hipótese nula diz que a matriz de correlação da população é estatisticamente igual a uma relação de matriz de identidade, indicando o modelo fatorial como inapropriado. Um p -valor pequeno leva à rejeição da hipótese nula, sugerindo a adequação da análise fatorial (Bartlett, 1954).

Kaiser (1970) propôs o teste (ou critério) Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), sendo conhecido como uma das principais medidas de adequação amostral (MAS). Este critério mede a proporção da variância que pode ser considerada comum entre as variáveis, sendo ideal para avaliar a adequação dos dados para análise fatorial. Em termos matemáticos e estatísticos, o teste indica o quão perto é a matriz de correlação R^{-1} em relação a matriz diagonal $S = (diagR^{-1})^{-\frac{1}{2}}$.

O KMO é calculado como

$$KMO = \frac{\sum_{i<j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i<j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i<j} \sum q_{ij}^2} \quad (2)$$

Onde $\sum_{i<j} \sum r_{ij}^2$ é a soma do quadrado dos elementos acima da diagonal de R e $\sum_{i<j} \sum q_{ij}^2$ é a soma dos quadrados dos elementos acima da diagonal de Q , onde $Q = SR^{-1}S$. KMO varia entre 0 e 1, sendo quanto maior, mais adequado é para AF. Conforme Kaiser e Rice (1974), valores acima de 0,5 indicam que é adequado para a AF.

Os componentes principais extraídos da matriz de covariância servem para resolver o problema dos autovalores, a saber:

$$Sv = \lambda v \quad (3)$$

Onde v são os autovetores e λ são os autovalores. Os componentes principais são então formados como combinações lineares das variáveis originais:

$$Z_k = v_{k1}X_1 + v_{k2}X_2 + \dots + v_{kp}X_p \quad (4)$$

Onde cada CP Z_k é a combinação linear das variáveis X com os coeficientes dados pelos elementos dos autovetores v_k , conhecidos como cargas fatoriais. Estas cargas auxiliam na interpretação da contribuição de cada variável original ao CP correspondente. Neste trabalho, para a formação do índice, será utilizado o critério de Kaiser para seleção dos CP. Assim, apenas os CPs cujos autovalores $\lambda > 1$ foram selecionados.

3.4. Estratégia Empírica

Assim como já definido na revisão de literatura, o modelo Alonso-Muth-Mills é largamente utilizado como modelo teórico para descrever o espraiamento urbano. Neste modelo, a estrutura urbana básica passa por um *trade-off* que, conseqüentemente, aponta que o deslocamento ao centro urbano e a disponibilidade de infraestrutura de transportes afetam a expansão urbana. Entretanto, os estudos empíricos começaram a demonstrar que outras variáveis são importantes para modelar o espraiamento urbano, tais como o crescimento populacional, a presença de infraestrutura urbana, regulações municipais entre outros fatores (Burchfield *et al.*, 2006; Glaeser; Kahn, 2004).

Nadalin e Iglioni (2015), por sua vez, apontam o movimento de periferização como um outro fator importante para a expansão urbana, sendo relevante no contexto brasileiro. Neste sentido, a ocupação da expansão urbana estaria relacionada a populações mais pobres, à gargalos na infraestrutura urbana e a maiores deslocamentos aos centros de negócios. O rendimento/remuneração médio(a), portanto, estaria relacionado de maneira negativa à expansão urbana.

Sabendo que o recorte geográfico abordado no trabalho é o ERJ, mais especificamente a CRJ e a BF, é possível apontar que a expansão agrícola não seria fator relevante para supressão

da vegetação nativa. Visto que a participação do setor agropecuário no PIB é de apenas 0,5%, a produção agrícola nestas regiões pode ser entendida como marginal, sendo a RMRJ no geral especializada no setor de serviços. Neste sentido, infere-se que a expansão do desmatamento estaria ligada a ocupações regulares e irregulares em locais de vegetação nativa, dentro e fora de áreas de preservação, ainda que sejam municípios que possuam áreas urbanas adensadas. Assim, conforme estabelecido pelo Quadro 2, pode-se afirmar que a expansão urbana (U) observada é função de:

$$U = f(IF, R, D, C, M, T, F) \quad (5)$$

Onde: U é a expansão urbana; IF é o nível de infraestrutura urbana; R é o rendimento médio; D é a densidade populacional; C é a distância em relação o centro de negócios; M aponta territórios dominados pela milícia; T descreve os territórios dominados pelo tráfico de drogas; por fim, F seriam outros fatores que afetariam a urbanização.

Entendendo que o Desmatamento (D) seria causado pela urbanização, temos que $U \rightarrow D$, então:

$$D = g(U) \quad (6)$$

$$D = g(IF, R, D, C, M, T, F) \quad (7)$$

No contexto da literatura especializada em desmatamento, modelos estatísticos de Resposta Binária (MRB), especificamente o modelo logit, é usado para prever a mudança do uso do solo. A regressão logística permite a predição do desmatamento baseado em diversos fatores como por exemplo proximidade de ruas e densidade de população, sendo um instrumento robusto para identificação de áreas de risco e políticas de conservação, sendo, assim, utilizado na literatura (Geoghegan *et al.*, 2001; Hu e Lo, 2007). Para o caso da expansão urbana, este MRB se torna efetivo na estimativa da possibilidade de transformação do uso do solo considerando uma série de variáveis explicativas. Ainda, a robustez dos resultados pode ser validada por uma série de instrumentos estatísticos, levando-a a ser uma escolha confiável para estudo do uso do solo (Pontius e Scheider, 2001; Fang *et al.*, 2005). Assim, diante do exposto, o presente trabalho implementará o uso desses modelos, combinando fatores já utilizados compilados como os do Quadro 2 – Resumo das variáveis, porém considerando o contexto brasileiro.

Os modelos MRB fazem parte da família de Modelos Lineares Generalizados (MLG), onde, na média, a variável dependente (Y) possui uma relação não-linear com parâmetros da regressão (Gujarati, 2019). O primeiro tipo de modelo neste sentido a se cogitar é uma regressão linear sobre uma variável dependente que assume apenas dois valores, este sendo o Modelo de Probabilidade Linear (MPL). Entretanto, conforme Gujarati (2019), o MPL sofre de quatro problemas principais: (i) não há hipóteses subjacentes que garantam valores entre 0 e 1; (ii) o MPL assume uma relação linear entre as variáveis independentes e Y , o que, probabilisticamente, não é verdadeiro; (iii) o termo de erro não será normalmente distribuído, uma vez que Y só assume dois valores; (iv) por fim, o termo de erro é heterocedástico. Para contornar estes problemas, urge a necessidade de um MRB mais sofisticado, sendo este o modelo Logit.

Para entender o Modelo Logit, Wooldridge (2023) considera uma classe de MRB que assume a seguinte forma:

$$P(X) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + XB) = G(\zeta) \quad (8)$$

Em que G é uma função que assume, estritamente, valores entre 0 e 1: $0 < G(\zeta) < 1$, para todos os números ζ reais. Assim, é garantido que as probabilidades estimadas sejam estritamente entre zero e um. Para o Modelo Logit, G é uma função logística:

$$G(\zeta) = \frac{e^\zeta}{1+e^\zeta} = \Lambda(\zeta) \quad (9)$$

A função logística no modelo logístico é aplicada para vincular as variáveis independentes X à probabilidade de Y ser igual a 1. Neste caso, $P(Y = 1|X)$ seria a probabilidade de o desmatamento ocorrer no setor censitário dado os valores da variável explicativa. Esta função seria, então, definida como:

$$P(X) = \frac{e^{\beta_0 + XB}}{1 + e^{\beta_0 + XB}} \quad (10)$$

A equação 10 garante que os valores produzidos estarão entre 0 e 1. Considerando a variável latente $Z = \beta_0 + XB$, supõe-se que $Y = 1$, se $Z > 0$ e $Y = 0$ se $Z \leq 0$. A função de distribuição cumulativa do erro logístico conclui que:

$$P(X) = P(X) = \frac{1}{1+e^{-Z}} = \frac{e^Z}{1+e^Z} \quad (11)$$

Assim, a razão de chances (RC) dará que:

$$RC = \frac{P(X)}{1-P(Y=1|X)} \quad (12)$$

Aplicando logaritmo natural na RC, nos dará a função logit:

$$\text{logit}(P(Y = 1|X)) = \ln\left(\frac{P(Y = 1|X)}{1-P(Y = 1|X)}\right) = \beta_0 + \mathbf{X}\mathbf{B} \quad (13)$$

Esta relação linear entre logit da probabilidade e os preditores é a base para a regressão logística, relacionando-a assim a uma forma de regressão linear. Considerando o modelo teórico de Alonso-Muth-Mills, a definição realizada anteriormente e o conjunto de variáveis explicativas descritas no Quadro 2, torna-se possível descrever o modelo teórico deste trabalho, como segue:

$$\text{logit}(P(D_i = 1)) = \beta_0 + \beta_1 \text{Milicia}_i + \beta_2 \text{Trafico}_i + \beta_3 \text{IIU}_i + \beta_4 \text{RM}_i + \beta_5 \text{DP}_i + \beta_6 \text{DC}_i + \varepsilon_i \quad (14)$$

Onde: Milicia_i e Trafico_i são variáveis *dummy* onde assumem valores iguais a 1 quando existe a presença da milícia e tráfico no setor censitário i e assumem valor zero, caso contrário; IIU_i é o índice de infraestrutura urbana no setor censitário i . Este índice foi construído conforme o procedimento metodológico descrito na Seção 3.3; RM_i é o rendimento médio das famílias no setor censitário i ; DP_i é a densidade demográfica do setor censitário i ; e DC_i é a distância euclidiana entre o setor censitário i e o centro de negócios (bairro centro do município do Rio de Janeiro). Todas as variáveis excetuando as *dummies* estão em logaritmo natural.

O método de estimação dos parâmetros utilizado será o Método de Máxima Verossimilhança (MMV). O Estimador de Máximo Verossimilhança busca estimar os valores dos coeficientes $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_6$ que maximizam a função de máxima verossimilhança dos dados observados. A função de máxima verossimilhança para um modelo de regressão logística, considerando n observações independentes, é dada por:

$$L(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \prod_{i=1}^n \left(\frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}}} \right)^{Y_i} \left(1 - \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}}} \right)^{1 - Y_i} \quad (15)$$

Onde $P(D_i = 1|X_i)$ é a probabilidade de $D_i = 1$ dado X_i modelada pela função logística. Para encontrar os valores que maximizam a função de verossimilhança, geralmente utilizam-se métodos numéricos, como o algoritmo de Newton-Raphson, devido à complexidade das expressões envolvidas. Este processo envolve calcular o gradiente e a matriz Hessiana do log-verossimilhança (logaritmo da função de verossimilhança), e iterativamente ajustar os valores dos parâmetros até que a convergência seja alcançada. A log-verossimilhança é expressa como:

$$\log L(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{i=1}^n [Y_i(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}) - \log(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}})] \quad (16)$$

O método *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS) é utilizado para otimizar esta função de log-verossimilhança. O IRLS é uma técnica de otimização eficiente⁵ e consistente que ajusta iterativamente os pesos dos dados com base nos resíduos ponderados da iteração anterior, convergindo para a solução que maximiza a log-verossimilhança (Hilbe, 2009). Este método não só proporciona uma abordagem robusta e eficiente para lidar com as características dos modelos lineares generalizados, mas também garante a estabilidade numérica necessária para a convergência dos parâmetros em casos complexos e com grande volume de dados.

4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS

Este capítulo pretende realizar, por meio de estatísticas descritivas, uma análise exploratória de dados buscando contextualizar o recorte espacial utilizado no trabalho, bem como avaliar a evolução do desmatamento e do crime organizado.

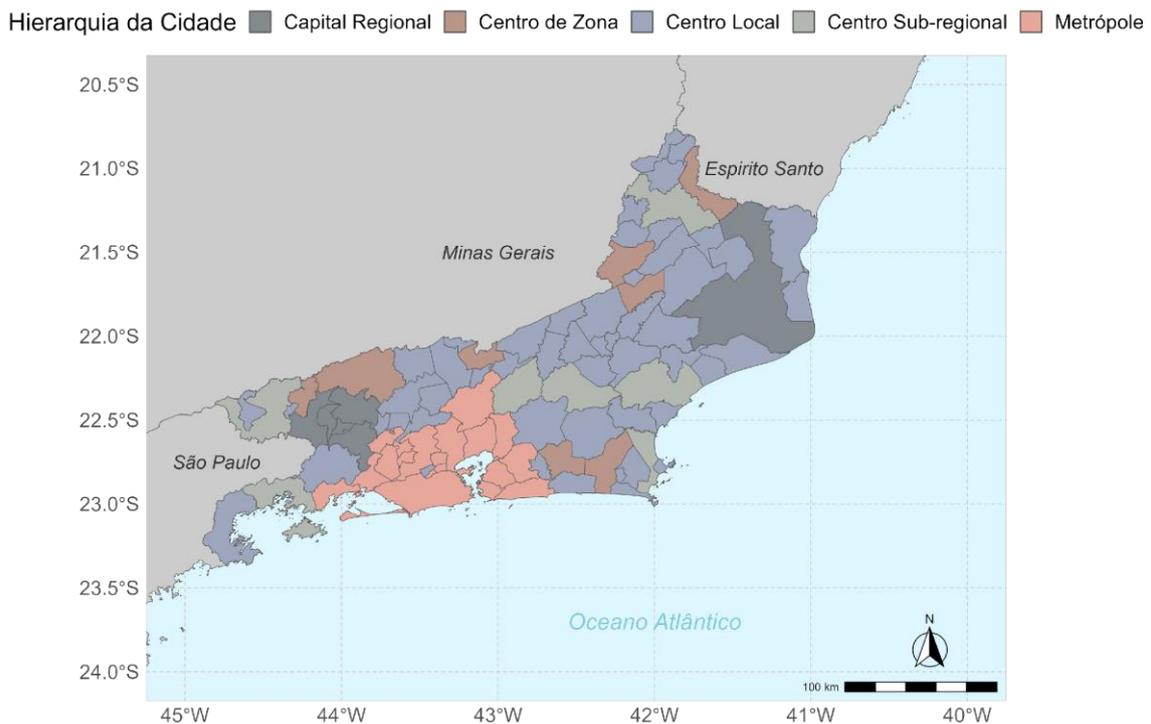
4.1. A Cidade do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense

A cidade do Rio de Janeiro (CRJ) é a capital do estado do Rio de Janeiro (ERJ) e principal cidade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Segundo o estudo de regiões de influência do IBGE (2020), a rede urbana do Brasil pode ser dividida por regiões de

⁵ Para mais detalhes em relação ao método IRLS, ver McCullagh e Nelder (1989).

influência dos arranjos populacionais (AP) que são conjuntos de dois ou mais municípios que formam uma cidade completa, para além dos limites territoriais políticos⁶. O AP da CRJ é considerado uma Metrópole Nacional, isto é, sua influência afeta todo o território nacional. Sua região de influência perde apenas para a de São Paulo, que é considerada uma “Grande Metrópole Nacional”.

Figura 1 – Hierarquia da rede urbana no ERJ



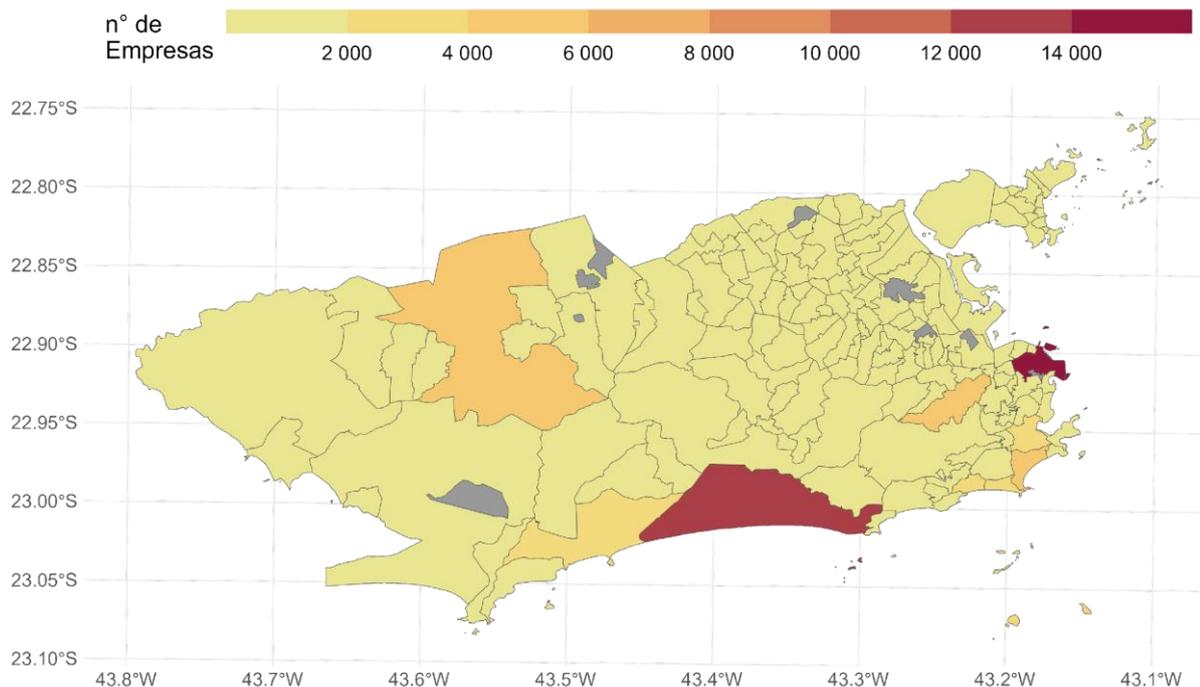
Fonte: Elaboração Própria com dados do IBGE.

Segundo dados do Censo de 2022 (IBGE, 2023), a Cidade do Rio de Janeiro (CRJ) concentra mais de 6,2 milhões de habitantes (cerca de 39% da população fluminense), sendo a segunda maior cidade do país, com densidade demográfica de 5.174,6 habitantes/km², se apresentando como a 18^o mais densamente povoada do Brasil. Em termos econômicos, o PIB corrente da CRJ foi de cerca de 331 bilhões de reais em 2020, correspondendo por cerca de 43,9% do PIB do estado. Além disso, conforme dados de estabelecimentos da Relação Anual de Informações Sociais (BRASIL, 2022), a capital concentra mais de 123 mil estabelecimentos, mais que o dobro dos estabelecimentos da BF e representa cerca de 47% do número de estabelecimentos total do estado. Esta concentração é acentuada mesmo dentro da própria

⁶ As cidades necessariamente são um conjunto de municípios na realidade prática, porém neste estudo, ao se referir a uma cidade, se referirá a um município. Tal escolha se dá pelo fato de que o presente trabalho foca em uma análise regional da Capital do ERJ e municípios adjacentes.

capital, visto que dentre os 164 bairros da cidade, o Centro e a Barra da Tijuca concentram mais de 26 mil estabelecimentos, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Distribuição Espacial dos Estabelecimentos Formais na CRJ



Fonte: Elaboração Própria com dados da RAIS (BRASIL, 2022).

A concentração de estabelecimentos formais na CRJ revela as disparidades significativas entre bairros, com aglomerações em bairros como Centro e a Barra da Tijuca. Esta distribuição heterogênea territorial pode refletir, em partes, a polarização econômica entre os bairros, sendo uma influência para a morfologia urbana. Neste sentido, a Figura 4 demonstra as 9 subprefeituras da CRJ, criadas com intuito de descentralizar a administração da Capital e, portanto, as configura como divisões administrativas urbanas da cidade.

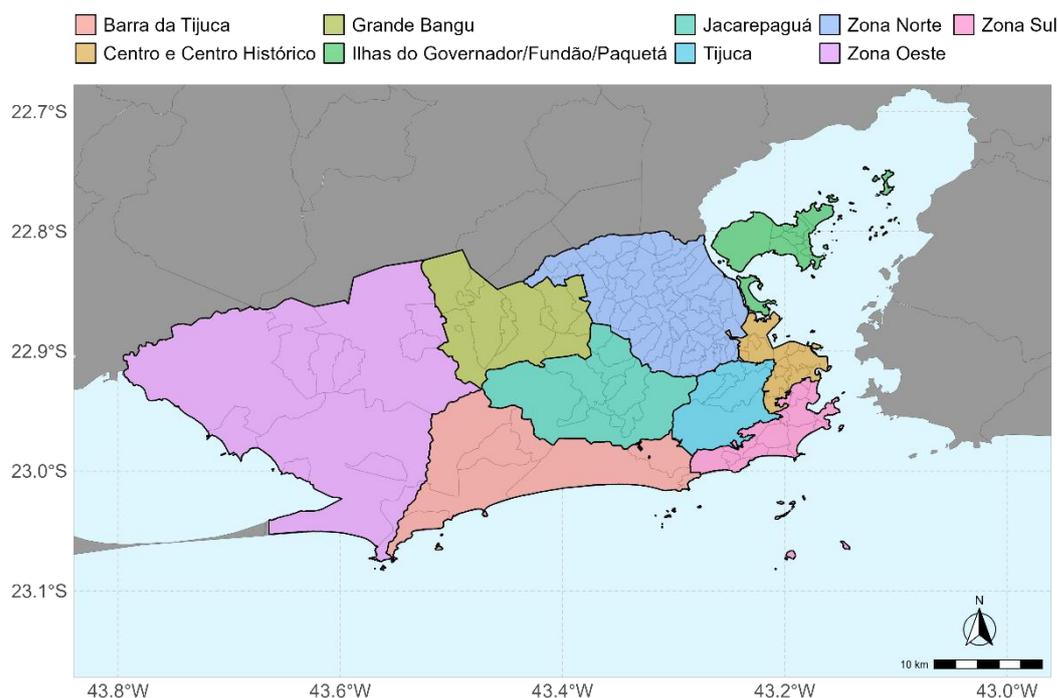
Neste trabalho, de modo a sintetizar a análise, utilizou-se uma denominação de agregação das áreas administrativas, da seguinte forma⁷: Zona Oeste, Zona Sul, Zona Norte e o Centro. Enquanto a Zona Sul e o Centro conservam grande parte das suas divisões

⁷ Enquanto a Zona Sul e o Centro conservam grande parte das suas divisões administrativas até os dias de hoje, as denominações atuais sobre Zona Oeste e Zona Norte são diferentes e menores do que as anteriores. A utilização desta agregação em conjunto com as subprefeituras se dá pois ainda são utilizadas pelos moradores, principalmente como referência geográfica, mas também como parte de identidade regional. Para mais detalhes, ver Oliveira (2017).

administrativas até os dias de hoje, as denominações atuais sobre Zona Oeste e Zona Norte são diferentes e menores do que as anteriores.

A Zona Oeste (ZO) da CRJ é composta por quatro subprefeituras: Barra da Tijuca, Grande Bangu, Jacarepaguá e Zona Oeste. Pelo mapa (Figura 3), é perceptível que a ZO compõe, em termos geográficos, a maior parte da Capital ao mesmo tempo que apenas a Barra da Tijuca possui uma grande concentração de oferta de empregos. A Zona Norte é composta pelas ilhas do Governador/Fundão/Paquetá, Zona Norte, e Tijuca.

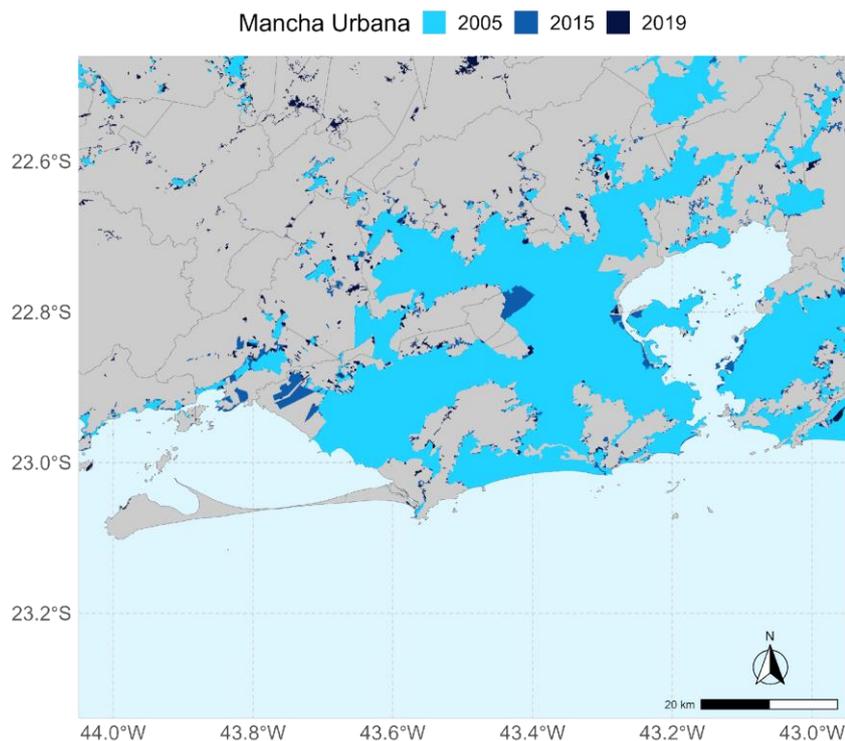
Figura 3 – Subprefeituras da CRJ



Fonte: Elaboração Própria com dados do Data.rio.

O espaço metropolitano fluminense é marcado, como visto, por uma alta concentração que é de herança de todos os usos anteriores da cidade (Davidovich, 2001). Cotelo e Rodrigues (2013) verificaram que entre 2000 e 2010, grande parte do crescimento da RMRJ foi marcado pelo crescimento de favelas, crescendo ao longo da Avenida Brasil bem como com a expansão para o Oeste da Capital e no interior dos municípios adjacentes, pertencentes, portanto, à Baixada. Tal questão pode ser evidenciada pela evolução da mancha urbana entre 2005 e 2019 na Figura 4.

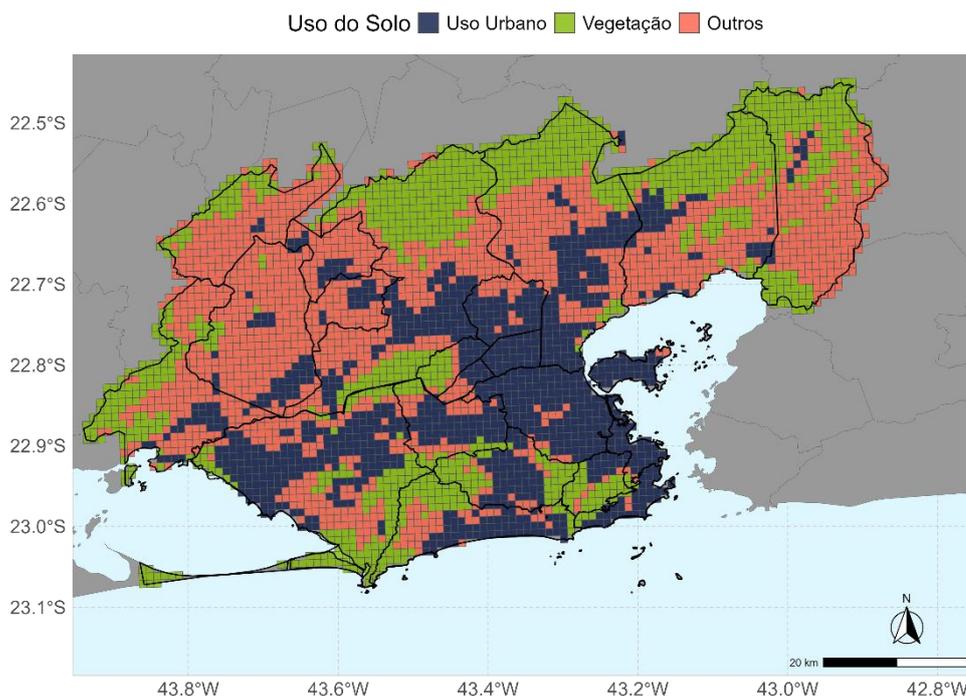
Figura 4 – Evolução da Mancha Urbana no RMRJ entre 2005 e 2019



Fonte: Elaboração Própria com dados do IBGE.

A evolução da mancha urbana apresentada reforça a expansão pelo Oeste da CRJ, tendo em vista que as novas manchas urbanas são mais aparentes na (ZO) da CRJ e BF. Em 2010, a partir dos dados do IBGE (2017), é possível analisar a distribuição espacial da vegetação da CRJ, via o uso do solo, conforme ilustrado na Figura 5. A análise da distribuição de vegetação em contraste com o crescimento urbano revela uma heterogeneidade espacial significativa. A subprefeitura da Barra da Tijuca, exibe um padrão de integração entre espaços verdes junto à presença urbana, em contraste com a expansão mais pura ocorrida em Grande Bangu e Jacarepaguá.

Figura 5 – Uso do Solo na Capital e Baixada Fluminense em 2010



Fonte: Elaboração Própria com dados do IBGE.

Em termos percentuais, esta “integração” mostra que cerca de 42,3% da área da subprefeitura da Barra é vegetação, seguida de 34,7% de Uso urbano conforme mostra a Tabela 2. Na ZO, identifica-se também que parte da Grande Bangu, da Zona Oeste e de Jacarepaguá possuem áreas com percentual de vegetação elevado com 22,2%, 28,7% e 43,6%, respectivamente. A classificação “Outros” representa ocupações em áreas florestais, campestres e Corpo D’Água. Especificamente na ZO, a ocupação em áreas florestais é a principal ocupação existente na área e concentrada principalmente na subprefeitura da Zona Oeste.

Tabela 2 – Percentual do Uso do Solo nas subprefeituras em 2010

Subprefeitura	Vegetação	Uso Urbano	Outros
Barra da Tijuca	42,3%	34,7%	23,0%
Centro e Centro Histórico	7,7%	86,5%	5,8%
Grande Bangu	22,2%	49,7%	28,1%
Ilhas do Governador/Fundão/Paquetá	0,0%	95,5%	4,5%
Jacarepaguá	43,6%	40,0%	16,4%
Tijuca	54,3%	37,0%	8,6%
Zona Norte	4,0%	86,0%	10,0%
Zona Oeste	28,7%	39,9%	31,4%
Zona Sul	28,1%	64,9%	7,0%

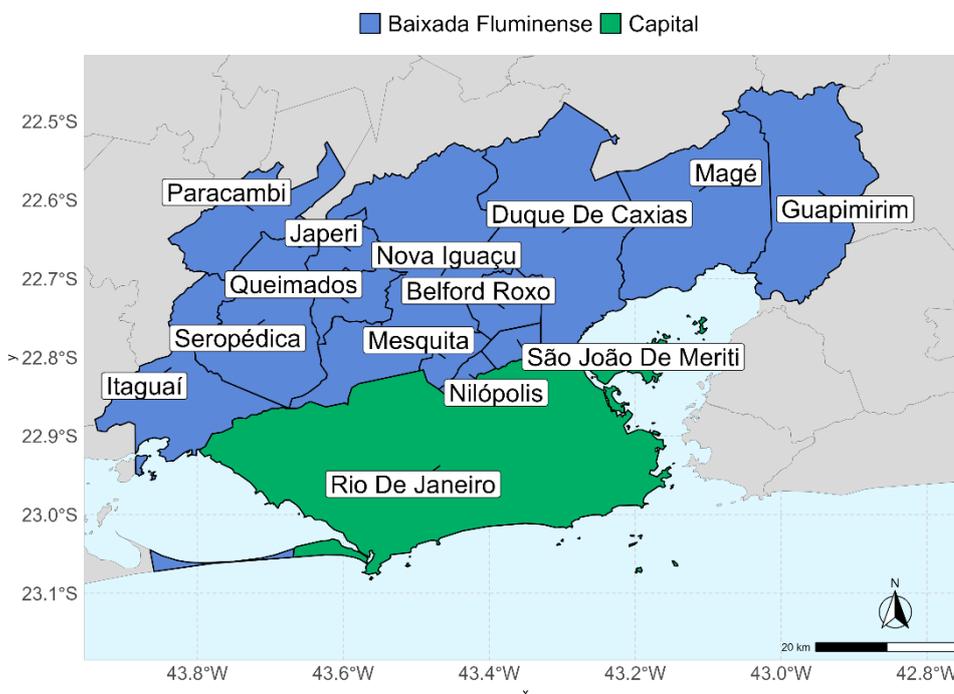
Fonte: Elaboração Própria com dados do IBGE.

A manutenção dessas áreas verdes na CRJ é caracterizada pela existência de um planejamento ambiental integrado à legislação ambiental. Especificamente, fundamenta-se a partir da criação e gestão das Áreas de Proteção Ambiental (APAs). No caso da CRJ, pode-se destacar algumas como a APA de Grumari e a APA do Morro da Pedra Branca.

No que tange a Baixada Fluminense (BF), este território na hierarquia urbana é parte da rede da MetrÓpole com exceção de Mesquita, e todos são municípios próximos à capital, conforme pode ser observado na Figura 6. Em termos territoriais, os municípios da Baixada são maiores e com exceção de Magé e Guapimirim, também fazem fronteira direta com a Capital. Com PIB corrente de cerca de 122 bilhões de reais em 2021, a Baixada Fluminense corresponde por cerca de 12,9% do PIB do ERJ. Em termos de emprego, para o mesmo ano, a Baixada emprega cerca de 477 mil pessoas formalmente, representando cerca de 12% do mercado formal fluminense. Em termos de estabelecimento, são 61 mil estabelecimentos, representando cerca de 11% do número total em relação ao ERJ (BRASIL, 2022).

Estes números demonstram a importância da BF para o ERJ e para a Região Metropolitana, sendo, portanto, fundamental para o entendimento da dinâmica da RMRJ. Apesar da importância econômica da BF, os valores ainda estão muito aquém aos da CRJ.

Figura 6 – Territórios compreendidos pela Baixada Fluminense



Fonte: Elaboração Própria com dados do geobr (Pereira e Gonçalves, 2024).

No que se refere ao uso do solo na BF, pode-se verificar ocupações são dominantes junto a uma maior área de vegetação. Na verdade, ao se desagregar a ocupação observada na Baixada Fluminense, a ocupação em áreas florestais é dominante, indicando que há manchas urbanas espalhadas junto com áreas florestais e agrícolas, conforme a Tabela 3. Neste caso, não se caracteriza como uso urbano diretamente, uma vez que a concentração de uso é dispersa e mesclada a áreas de vegetação nativa.

Tabela 3 – Percentual do Uso do Solo na Baixada Fluminense em 2010

Municípios	Vegetação	Ocupações Florestais	Uso Urbano	Outros
Belford Roxo	0,0%	23,8%	70,3%	5,9%
Duque De Caxias	32,2%	26,0%	28,6%	13,2%
Guapimirim	43,9%	24,9%	3,1%	28,0%
Itaguaí	38,2%	27,9%	9,7%	24,1%
Japeri	0,9%	74,3%	18,6%	6,2%
Magé	44,1%	34,8%	12,3%	8,8%
Mesquita	39,7%	12,1%	39,7%	8,6%
Nilópolis	2,8%	2,8%	55,6%	38,9%
Nova Iguaçu	39,7%	34,3%	17,9%	8,1%
Paracambi	25,4%	72,0%	1,3%	1,3%
Queimados	0,0%	57,3%	24,5%	18,2%
São João De Meriti	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Seropédica	4,5%	46,6%	13,9%	35,0%

Fonte: Elaboração Própria com dados do IBGE.

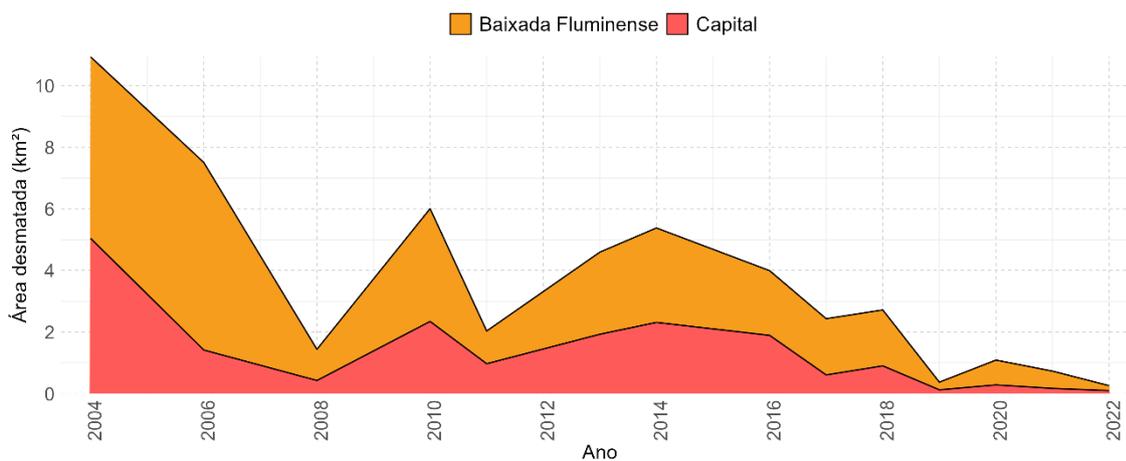
Especificamente, Japeri se destaca como sendo o principal município com ocupações florestais, com cerca de 74% de seu território classificado desta forma. Isto se deve ao fato que o município possui parte de seu território protegido pela APA da Bacia do Guandu. Em ocupação urbana, São João de Meriti tem todo o seu território urbano, seguido de Belford Roxo com 70%. Em termos de vegetação, Magé e Guapimirim se destacam com 44,1% e 43,9% de seus territórios, respectivamente, sendo classificados como áreas florestais. Este último caso se dá, principalmente para o município de Guapimirim, devido à APA de Guapimirim, criada com o objetivo de proteger os manguezais remanescentes na região.

4.2. Desmatamento

Entre 2004 e 2022, a CRJ presenciou um acumulado de supressão de vegetação nativa de 18,55 km², enquanto na BF a supressão foi de 31 km². Conforme mostra a Figura 7, o pico de supressão na capital foi em 2004 com cerca de 5,04 km² de área desmatada, havendo uma

queda brusca em seguida para 1,42 km². Por outro lado, a BF presenciou um desmatamento de 5,89 km² neste mesmo ano, porém seu pico em 2005, com 6,09 km² desmatamentos. A média de supressão neste período nos territórios da Capital e da BF foram de 1,33 km² e 2,2 km², respectivamente. Cabe apontar que nos últimos anos da série (2017-2022), ambos os territórios apresentaram uma tendência de queda no desmatamento. Além do pico presenciado em 2004, o período 2010-2016 foi o período em que se observa maior área desmatada anualmente em ambas as regiões.

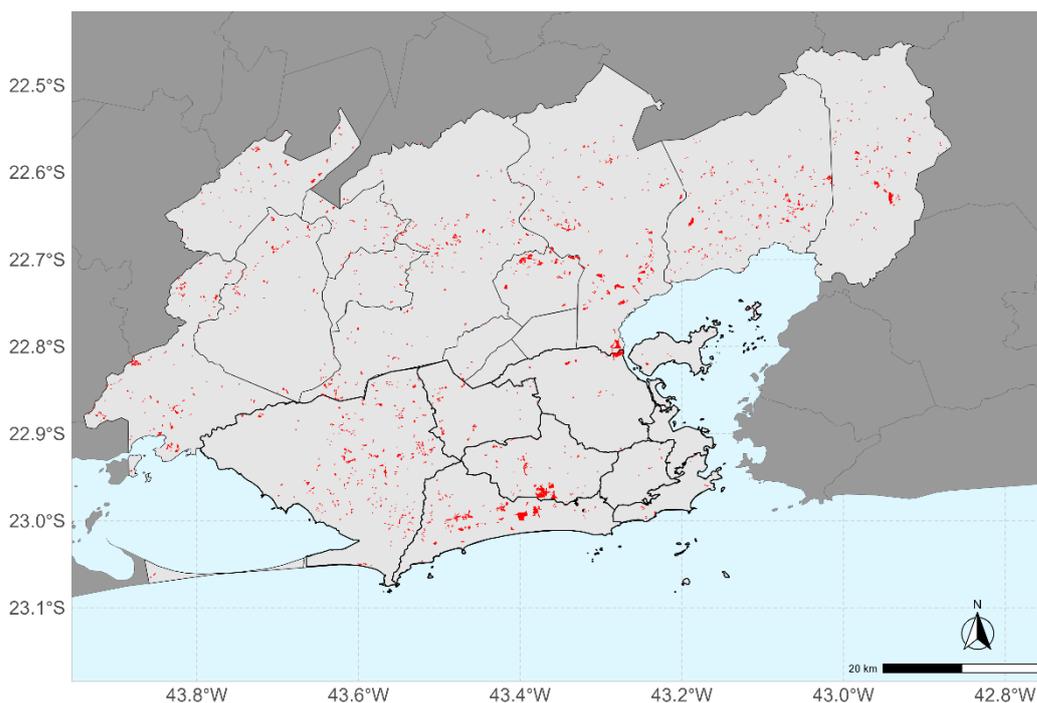
Figura 7 – Desmatamento na CRJ entre 2004 e 2022



Fonte: Elaboração Própria com dados de Assis *et al.* (2019).

Em termos geográficos, o maior acumulado de desmatamento ocorreu na Zona Oeste da CRJ, conforme pode ser verificado na Figura 7. Como demonstrado anteriormente sobre o uso do solo em 2010, esta seria a única direção possível de expansão urbana da capital em seus limites geográficos. Já na BF, o padrão de desmatamento é maior e disperso pelo território, uma vez que a presença de áreas verdes e ocupações florestais são características do uso de solo comum. Cabe destacar os padrões de desmatamento nos municípios de Duque de Caxias e Belford Roxo.

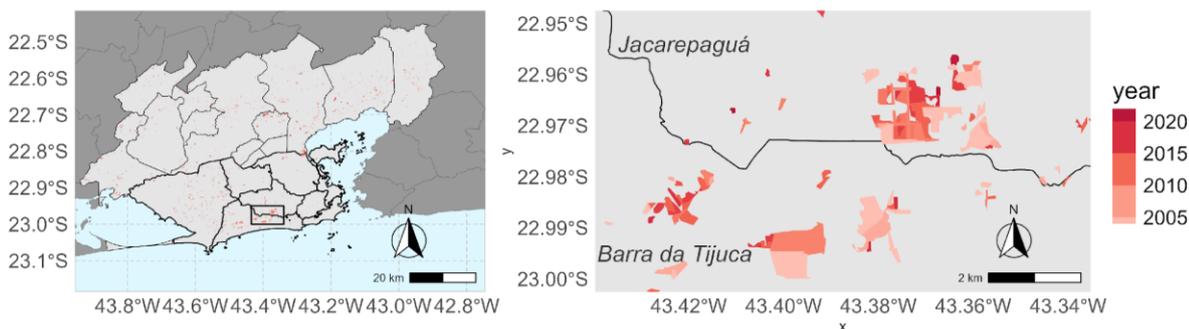
Figura 8 – Distribuição espacial do acumulado da supressão de vegetação nativa entre 2004-2022 na Capital e Baixada Fluminense



Fonte: Elaboração Própria com os dados de Assis *et al.* (2019).

Porém, tal expansão, deve ser verificada ao compasso da presença das APAs, o que, pelas áreas verdes já mostradas, verifica-se a existência de possíveis ocupações modernas nessas áreas. Especialmente em alguns sub-bairros da subprefeitura de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, é possível verificar uma aglomeração dessas áreas desmatadas que, conforme a Figura 9, verifica-se que essas aglomerações foram, na verdade, suprimidas ao longo dos anos entre 2004-2022.

Figura 9 – Aglomeração de desmatamento na Subprefeitura da Barra da Tijuca e Jacarepaguá



A supressão de vegetação, conforme mostrado pela Figura 8, não se resume apenas às subprefeituras da Barra da Tijuca e Jacarepaguá. A Tabela 4 reforça a presença do desmatamento na ZO como um todo onde a subprefeitura da Zona Oeste apresenta maior supressão da mata nativa. A Zona Oeste, entre 2004-2010, presenciou um desmatamento de 3,15 km² e de 3,89 km² entre 2011 e 2022, mostrando um crescimento de 23,4% nestes períodos. Além disso, em relação a todo o período, esta subprefeitura representou 37,4% de todo o desmatamento na CRJ, seguida da Barra da Tijuca com 28,6%.

Tabela 4 – Desmatamento por Subprefeitura (em km²)

Subprefeitura	2004-2010	2011-2022	2004-2022
Zona Oeste	3,15	3,89	7,04
Barra da Tijuca	3,08	2,30	5,39
Tijuca	0,05	0,05	0,11
Jacarepaguá	1,89	1,51	3,41
Zona Norte	0,52	0,75	1,27
Ilhas do Governador/Fundão/Paquetá	0,06	0,18	0,24
Grande Bangu	0,66	0,41	1,07
Zona Sul	0,00	0,26	0,26
Centro e Centro Histórico	0,00	0,04	0,04

Fonte: Elaboração Própria com dados de Assis *et al.* (2019).

As APAs mais próximas ao Centro (presentes na subprefeitura da Tijuca) parecem se mostrar mais efetivas ao desmatamento, visto que, por ser mais próxima do Centro de negócios da cidade, ela seria mais atrativa para ocupação. Porém, o desmatamento foi marginal, sendo apenas de 0,40 km² na Tijuca, Centro e Zona Sul.

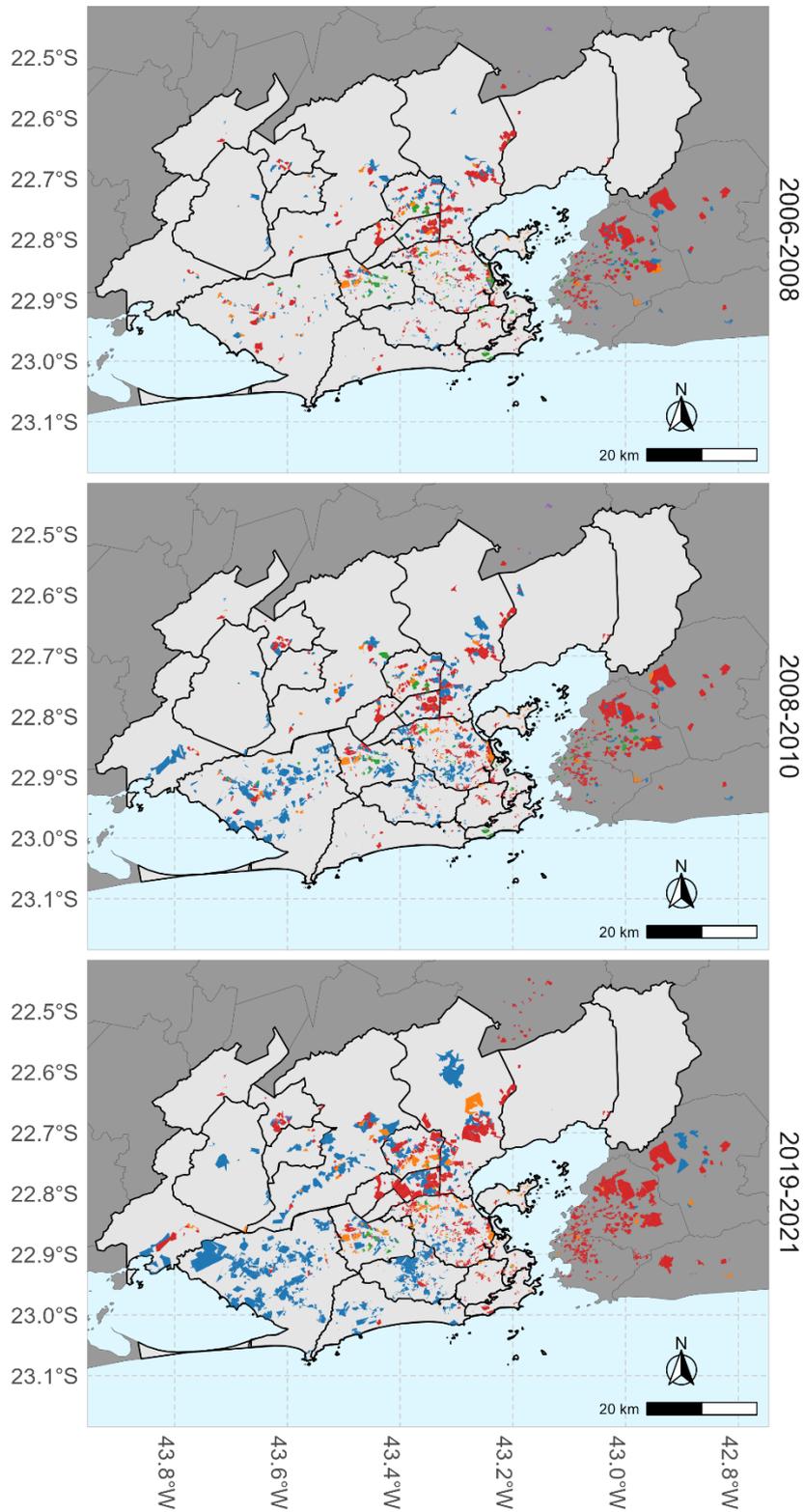
4.3. Presença dos Grupos Armados

Conforme o estudo de GENI e IFC (2022) sugerem, entre 2006 e 2021, o domínio territorial de grupos armados na RMRJ se expandiu significativamente no território fluminense. Destaca-se neste estudo o crescimento exponencial das milícias, que se tornaram a principal ameaça à segurança pública na região. Na capital, em especial, este crescimento foi ainda mais acentuado sobretudo em sua Zona Oeste. Nesta região da CRJ as milícias não crescerem apenas em território, mas também em número de habitantes sob sua influência.

Esta expansão territorial pode ser observada na Figura 10. Os outros grupos armados são relacionados ao tráfico, sendo um grupo próprio cada um deles, a saber: Amigos dos Amigos (ADA); Comando Vermelho (CV) e Terceiro Comando Puro (TCP). Apesar do trabalho definir “Milícia” de modo único para simplificar a análise, cabe apontar que na verdade existem várias “Milícias” no território fluminense, visto que não há um comando único. Mas tal “simplificação” torna-se possível, visto que as “Milícias” possuem *modus operandi* similar no território.

Figura 10 – Territórios dos Grupos Armados na Capital e Baixada Fluminense

Grupo ■ ADA ■ Domínio Indefinido ■ TCP
■ CV ■ Milícia ■ Trafico Indefinido



Fonte: Elaboração Própria com dados de GENI e IFC (2022).

Os dados apresentados na Figura 10 evidenciam que houve uma expansão significativa das milícias como um todo no território da RMRJ, com destaque para a Baixada Fluminense e a Zona Oeste da CRJ. Especificamente, as subprefeituras da Zona Oeste e Jacarepaguá tiveram um aumento significativo das milícias. Esta expansão se deu por domínio de territórios antes dominados pelo tráfico e a partir de novas áreas. Nos municípios da BF, o avanço se destaca principalmente em Duque de Caxias, Belford Roxo, Nova Iguaçu e São João de Meriti. Porém, ao contrário do evidenciado na Capital, o crescimento não se deu apenas pelas milícias, mas também em territórios ocupados pelo tráfico, sobretudo o Comando Vermelho.

Conforme pode ser visto na Tabela 5, a Milícia, no triênio 2006-2008, ocupava menos de 3% de todas as subprefeituras. O Centro e a Zona Sul presenciavam a ocupação do tráfico no primeiro triênio, com poucas mudanças nesse comportamento e uma presença quase nula da milícia nessas subprefeituras. Já na subprefeitura de Grande Bangu, com forte presença do tráfico, acentuou a presença das milícias nessa região, saindo de 2,4% para 12,5% do território evidenciando o domínio da milícia em áreas antes dominadas pelo tráfico. Jacarepaguá também teve um aumento significativo da presença miliciana na região, com destaque ao triênio de 2019-2021.

Tabela 5 – Percentual de Ocupação dos Grupos Armados nas Subprefeituras por Triênio

Subprefeitura	2006-2008		2008-2010		2019-2021	
	Milícia	Tráfico ou Indefinido	Milícia	Tráfico ou Indefinido	Milícia	Tráfico ou Indefinido
Barra da Tijuca	0,5%	0,7%	0,7%	0,7%	7,3%	0,5%
Centro e Centro Histórico	0,1%	9,3%	0,1%	10,2%	0,0%	7,5%
Grande Bangu	2,4%	10,0%	11,4%	9,3%	12,5%	11,3%
Ilhas do Governador/Fundão/Paquetá	1,0%	1,7%	0,1%	2,8%	0,3%	3,4%
Jacarepaguá	2,1%	1,7%	7,2%	1,7%	19,7%	1,5%
Tijuca	0,2%	4,6%	0,2%	5,3%	0,3%	3,8%
Zona Norte	2,1%	12,6%	10,3%	13,7%	5,9%	16,7%
Zona Oeste	1,2%	2,6%	11,1%	1,8%	20,6%	0,4%
Zona Sul	0,2%	4,4%	0,1%	4,6%	0,0%	4,9%

Fonte: Elaboração Própria com dados de GENI e IFC (2022).

Além de Jacarepaguá e Grande Bangu, a presença das milícias se torna cada vez mais forte ao longo do tempo na Barra da Tijuca e na Zona Oeste, saindo de uma ocupação de 0,5% e 1,2% para 7,3% e 20,6%, respectivamente. Em especial na Zona Oeste, a presença do tráfico diminuiu abruptamente, enquanto houve um aumento vertiginoso das milícias, indicando mais uma vez a expansão da milícia sobre áreas de tráfico.

No caso da BF, como pode ser visualizado na Tabela 6, o foco miliciano no triênio de 2006-2008 era em territórios como São João de Meriti e Belford Roxo. Estes observaram um aumento significativo da milícia, com ocupações de 23% e 19,74%, respectivamente. Em relação ao tráfico, este não cessou sua presença. Entre os anos de 2019 e 2021, o tráfico cresceu passando a ocupar quase 48% em São João de Meriti e 26% em Belford Roxo.

Tabela 6 – Percentual de Ocupação dos Grupos Armados na Baixada Fluminense por Triênio

Município	2006-2008		2008-2010		2019-2021	
	Milícia	Tráfico ou Indefinido	Milícia	Tráfico ou Indefinido	Milícia	Tráfico ou Indefinido
Belford Roxo	9,88%	11,97%	9,90%	15,20%	19,74%	25,62%
Duque De Caxias	1,39%	4,39%	3,65%	4,28%	6,03%	8,49%
Guapimirim	0,00%	0,09%	0,00%	0,09%	0,00%	0,09%
Itaguaí	0,12%	0,22%	3,77%	0,34%	10,40%	2,11%
Japeri	1,48%	2,01%	2,42%	4,36%	1,26%	6,84%
Magé	0,00%	0,85%	0,35%	0,91%	0,00%	0,91%
Mesquita	0,00%	11,29%	1,52%	10,10%	0,16%	16,70%
Nilópolis	0,00%	12,20%	4,09%	12,07%	0,17%	32,89%
Nova Iguaçu	0,89%	1,04%	1,60%	1,38%	6,95%	2,21%
Paracambi	0,06%	0,35%	0,06%	0,37%	0,00%	0,43%
Queimados	0,88%	0,40%	0,65%	0,63%	6,78%	1,60%
São João De Meriti	6,21%	22,94%	10,67%	27,53%	23,00%	47,87%
Seropédica	0,79%	0,00%	0,96%	0,00%	2,38%	0,16%

Fonte: Elaboração Própria com dados de GENI e IFC (2022).

À exceção dos citados, os municípios de Duque de Caxias, Itaguaí, Nova Iguaçu e Queimados presenciaram também um aumento na presença miliciano entre 2006 e 2021. Porém, nem todos os municípios tiveram influência de grupos armados milicianos em seus territórios, visto que Guapimirim e Paracambi possuem uma participação quase nula da milícia (virtualmente 0%).

4.4. Estatísticas Descritivas das Variáveis

Esta subseção busca descrever as variáveis explicativas utilizadas e as dimensões de cada uma, sendo importante para entender e dar robustez aos resultados. A Tabela 7 apresenta um resumo esquemático das variáveis utilizadas na aplicação empírica.

Tabela 7 – Medidas de posição das variáveis do modelo econométrico

Dimensões	Variável	Unidade de medida	Média	Desvio Padrão	Mediana
-----------	----------	-------------------	-------	---------------	---------

Desmatamento	Desmatamento	<i>Dummy</i>	0,014	0,12	-
Ocupação da Milícia	Milícia	<i>Dummy</i>	0,22	0,42	-
Ocupação do Tráfico	Tráfico	<i>Dummy</i>	0,27	0,44	
Populacional	Densidade de Moradores	Log natural de moradoras por metro quadrado	-4,38	1,28	-4,29
Infraestrutura Urbana	Índice de Infraestrutura	Log natural do índice	0,78	0,61	0,76
Renda	Rendimento médio total das famílias	Log natural da média em reais	6,69	0,757	1,83
Distância	Distância ao Centro de Negócios	Log natural de quilômetros	2,95	0,77	3,16
Obs.			15.768		

Fonte: Elaboração Própria.

A ocupação da milícia é a variável explicativa onde será verificada a principal hipótese do trabalho. Ou seja, por meio desta variável será possível testar se a ocupação do território por milícia tenderia a aumentar as chances de desmatamento, em comparação com áreas não dominadas. A ocupação do tráfico também é colocada, porém seu efeito esperado é que não haja significância no desmatamento do setor censitário. Esta diferença se dá pelo modelo de dominação e ocupação territorial dado pelas milícias e pelo tráfico, como descrito nas subseções 2.3 e 2.4.

A Tabela 8 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis explicativas. Pode-se verificar que as variáveis possuem baixa correlação entre si podendo inferir que o modelo empírico não sofrerá do problema de multicolinearidade.

Tabela 8 – Matriz de Correlação entre as variáveis explicativas

	Milícia	Tráfico	Densidade de moradores	Índice de infraestrutura	Rendimento médio total das famílias	Distância ao centro
Milícia	1
Tráfico	-0.08	1
Densidade de moradores	-0.07	0.13	1	.	.	.
Índice de infraestrutura	0.06	0.32	-0.17	1	.	.
Rendimento médio total das famílias	-0.16	-0.33	0.25	-0.66	1	.
Distância ao centro	0.22	-0.04	-0.43	0.27	-0.51	1

Fonte: Elaboração Própria.

Cabe reforçar que o IIU foi construído a partir da Análise Fatorial por Componentes Principais, onde seus resultados serão evidenciados na Seção 5. A construção do IIU, como já colocado, foi necessário para sintetizar uma *proxy* de infraestrutura residencial, bem como diminuir a multicolinearidade do modelo.

5. CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE INFRAESTRUTURA URBANA

Este capítulo tem como objetivo construir o IIU a partir do uso da técnica de análise fatorial por componentes principais. A construção deste índice é de suma importância para a análise empírica, visto que a infraestrutura urbana é um fator altamente explicativo para a expansão urbana/desmatamento.

5.1. Análise Fatorial por Componentes Principais (AF por CP)

A AF por CP foi conduzida para reduzir a dimensionalidade de certas variáveis explicativas, de modo a se desenvolver um índice representativo da infraestrutura urbana por setor censitário. Devido ao nível de granularidade do dado, o índice de infraestrutura das cidades pode ser difícil de se mensurar no âmbito de setor censitário sem haver tratamentos adicionais. Considerando a base de dados do Censo de 2010, é fato notório que a presença de um conjunto de variáveis que indiquem a infraestrutura urbana seriam insumos ideais para a avaliação geral da infraestrutura urbana do entorno residencial em seus setores censitários.

Neste sentido, a seleção dessas variáveis foram o número de domicílios com: logradouro, iluminação pública, calçada e arborização. Na literatura especializada, estas seriam características do entorno (“*surrounding infrastructure*”) das residenciais tendo implicações relevantes no desenvolvimento urbano. Conforme coloca Murray e Feng (2016), a iluminação pública melhora a segurança e acessibilidade, fatores essenciais para a atividade pedestre e o uso eficaz do espaço público. Takano *et al.* (2002) complementa destacando a importância da arborização urbana como fundamental para redução dos efeitos negativos da expansão urbana como o efeito de ilha de calor urbana e a degradação ambiental.

Por fim, as calçadas e o planejamento das estradas (logradouro) são fundamentais para promover caminhabilidade, redução da dependência de carros entre outros. Redes viárias bem conectadas incentivam o uso de áreas urbanas compactas e eficientes, reduzindo a necessidade de deslocamentos longos. Conforme coloca Barrington-Leigh e Millard-Bard (2020), um planejamento incorreto e ineficiente privilegia o crescimento urbano *leap-frog*, contribuindo

para as ineficiências econômicas e ambientais. Neste interim, tais elementos se tornam pivô para moldar um desenvolvimento urbano compacto.

Para verificar a adequação dessas variáveis a técnica de AF por CP, utiliza-se a medida de adequação de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). A Tabela 9 apresenta os resultados da estatística de KMO.

Tabela 9 – Indicadores de Adequação para Análise Fatorial

Indicador	KMO individual	KMO Global	Teste de Esfericidade de Barlett
Logradouro	0,84		$\chi^2 (6) = 28459,47^{***}$ ***p < .001
Iluminação pública	0,78	0,81	
Calçada	0,78		
Arborização	0,89		

Fonte: Elaboração Própria.

Os resultados do KMO sugerem a construção do IIU por análise fatorial é adequada, visto que o teste apresentou uma estatística de global de 0,81, ultrapassando o limiar recomendado de 0,5 para implementação do método. A medida de adequação de amostra (MSA) variou entre as variáveis, com os indicativos de logradouros e arborização demonstrando adequações de 0,84 e 0,89, respectivamente. Este resultado, indica uma correlação suficiente entre as variáveis para justificar a redução da dimensionalidade por meio de técnicas de extração de fatores. Os indicadores de iluminação pública e calçada, embora ligeiramente inferiores, apresentaram um MSA de 0,78, o que ainda reflete uma adequação aceitável para a análise. Estes resultados corroboram a pertinência do uso de análise de CP para a construção de um índice representativo a partir das proporções do número de domicílios com determinadas características observacionais.

O Teste de Esfericidade de Barlett (Bartlett, 1951) é um teste estatístico que verifica a viabilidade para a análise fatorial a partir a matriz de correlação linear das variáveis. O valor qui-quadrado (χ^2) foi de 28549, onde rejeita-se a hipótese nula de que a correlação de cada par é estatisticamente igual a zero. Logo, a partir destes testes, pode-se concluir que a análise fatorial é adequada para a construção do IIU.

Quando implementada a AF por CP, dado que foram utilizadas quatro variáveis, quatro componentes principais podem ser extraídos, conforme a Tabela 10. Os resultados revelam que as contribuições relativas de todos os indicadores foram negativas no primeiro componente principal (PC1). Estes *loadings* negativos indicam que maiores valores dessas variáveis estão

associados a menores valores no PC1, sugerindo uma relação inversa. Em particular, a variável arborização apresenta um *loading* significativamente negativo em PC2 (-0,89), destacando sua forte influência inversa nesse componente e, potencialmente, um padrão distinto de variabilidade que ela traz para o conjunto de dados. As demais variáveis apresentam contribuições mais modestas a PC2. As variações menores capturadas pelos PC3 e PC4 incluem uma mistura mais complexa das características originais e são indicativas de padrões subjacentes menos dominantes.

Tabela 10 – Cargas fatoriais do Resultado da Análise por Componentes Principais

Indicador	PC1	PC2	PC3	PC4
Logradouro	-0,50	0,31	-0,81	0,00
Iluminação pública	-0,52	0,25	0,42	0,70
Calçada	-0,52	0,22	0,40	-0,72
Arborização	-0,46	-0,89	-0,06	0,02

Fonte: Elaboração Própria.

Para a criação do índice de infraestrutura, é necessária a correta seleção dos componentes que farão parte dele. Para tal, a Tabela 11 explicita os autovalores dos componentes principais e o quanto da variância total cada PC representa. Os resultados indicam que o único componente principal com autovalor acima de 1 foi o primeiro, com uma estatística de 1,67. PC1 responde por cerca de 70% da variabilidade da variância total. O valor do autovalor neste caso, a partir do Critério de Kaiser, considera apenas PC1 como componente relevante e, portanto, sendo o único a compor o IIIU.

Tabela 11 – Autovalores e o percentual da Variância dos Componentes Principais

PC	Autovalor	Percentual de explicação	Cumulativo
1	1,67	69,8%	0,70
2	0,73	13,3%	0,83
3	0,63	9,8%	0,93
4	0,53	7,0%	1,00

Fonte: Elaboração Própria.

As cargas associadas a PC1 foram -0,497 para logradouro, -0,521 para iluminação, -0,523 para calçada e -0,455 para arborização, todas contribuindo negativamente e de forma semelhante para a composição do componente. Este resultado sugere que um valor mais alto no índice de infraestrutura representa uma menor presença ou qualidade das características de infraestrutura avaliadas.

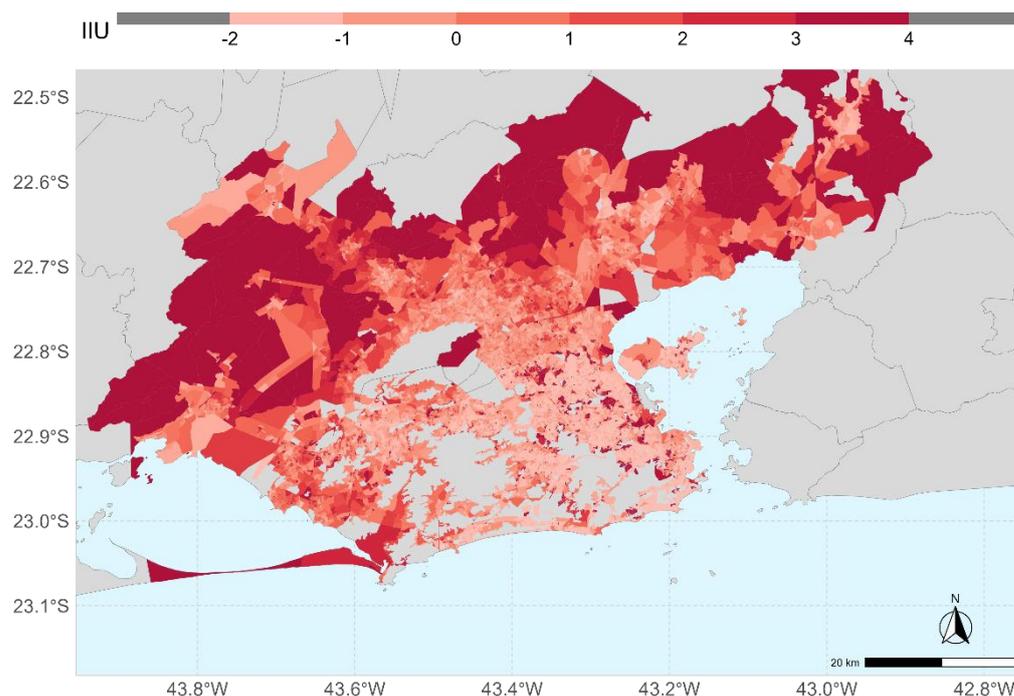
Portanto, considerando as cargas como os coeficientes das variáveis e PC1 o índice em si, o índice de infraestrutura urbana (IIU) dos setores censitários pode ser determinado como:

$$IIU_i = -0,5(Ind_{logradouros}) - 0,52(Ind_{Ilu.Pública}) - 0,52(Ind_{Calçada}) - 0,46(Ind_{Arb}) \quad (17)$$

Onde: IIU_i = Índice de infraestrutura urbana do setor censitário i ; $Ind_{Logradouros}$ = Proporção de domicílios com logradouro; $Ind_{Ilu.Pública}$ = Proporção de domicílios com iluminação pública; $Ind_{Calçada}$ = Proporção de domicílios com calçada; Ind_{Arb} = Proporção de domicílios com arborização.

Pelas cargas associadas, quanto menor IIU, melhor é a qualidade da infraestrutura do entorno urbana do setor censitário. Este resultado é evidenciado pela Figura 11. Considerando a capital o centro de negócios do estado, bem como a maior concentração população e de produção, estas características estão alinhadas com um alto nível de infraestrutura urbana, principalmente nas subprefeituras do Centro, Zona Sul e Zona Norte. Porém, as discrepâncias da capital podem ser vistas, com a presença de focos de baixo nível de infraestrutura (BNI), principalmente Zona Oeste. Na Zona Norte, há também focos de BNI em pequenos aglomerados geográficos, onde pode-se inferir que são as favelas. Por outro lado, a Zona Oeste, para além da mancha urbana já verificada possui um crescente BNI à medida que se afasta do Centro.

Figura 11 – Distribuição espacial do Índice de Infraestrutura Urbana (IIU) em 2010



Fonte: Elaboração Própria.

Já no caso da Baixada Fluminense, o mapa evidencia que, no geral, esta região possui BNI, com grandes focos de IIU próximos de 3. Este resultado é reforçado pela Tabela 12 que demonstra a média e mediana do IIU por municípios. Com exceção de Nilópolis e Mesquita, municípios densamente urbanizados, a média de IIU dos outros municípios da Baixada Fluminense bem como a BF como um todo são maiores que a média da Capital (-0,118).

Tabela 12 – IIU por Município

Território	Média	Mediana
Nilópolis	-0,558	-0,606
Mesquita	-0,128	-0,203
Rio De Janeiro	-0,118	-0,961
Duque De Caxias	-0,027	-0,315
São João De Meriti	0,083	-0,087
Nova Iguaçu	0,181	-0,046
Paracambi	0,236	-0,259
Guapimirim	0,257	-0,323
Belford Roxo	0,329	0,243
Queimados	0,424	0,189
Itaguaí	0,730	0,314
Seropédica	0,973	0,765
Magé	0,985	0,791
Japeri	1,452	1,357

Nilópolis e Mesquita, juntos, somam 313 mil habitantes, segundo o último Censo de 2022. Isto representa cerca de 5% da população da Capital, além de também possuírem um território significativamente menor. Esta informação é relevante na comparação do IIU, uma vez que evidencia que a Capital ficou com o terceiro melhor IIU e não o primeiro devido a sua heterogeneidade espacial na IIU. Por outro lado, em termos de mediana, seu valor (-0,961) é o menor dentre as medianas o que evidencia a forte presença de uma infraestrutura urbana de alta qualidade junto à de baixa de qualidade. De fato, conforme a Tabela 13 demonstra, a comparação entre a menor média (Zona Sul) e a maior média (Centro) evidencia uma alta variabilidade em sua infraestrutura urbana.

Tabela 13 – IIU por subprefeitura da CRJ

Subprefeitura	Média	Mediana
Zona Sul	-0,936	-1,614
Tijuca	-0,540	-1,568
Barra da Tijuca	-0,224	-1,222
Grande Bangu	-0,220	-0,611
Ilhas do Governador/Fundão/Paquetá	-0,065	-1,171
Zona Norte	-0,046	-1,125
Jacarepaguá	0,121	-0,638
Zona Oeste	0,362	0,014
Centro e Centro Histórico	0,491	-0,499

Fonte: Elaboração Própria.

Em relação a mediana, a métrica pode ser usada de maneira complementar, no sentido de demonstrar que o Centro não possui uma distribuição homogênea de sua infraestrutura, possuindo áreas com gargalos em infraestrutura urbana, visto que seu valor foi de -0,499 na mediana, enquanto sua média foi de 0,491. Em contrapartida, os bairros com melhor infraestrutura urbana são também homogêneos, visto que sua mediana possui valores altos e seguindo a tendência da média. E, por fim, os demais bairros possuem uma média bem discrepante de sua mediana, evidenciando a presença de picos e vales no IIU.

Conclui-se a partir desses resultados que a infraestrutura urbana de parte da RMRJ é muito determinada pela distância em relação ao centro, principalmente na Baixada Fluminense. Por outro lado, ao subdividirmos a capital em subprefeituras, é possível observar uma grande heterogeneidade até mesmo no centro da cidade, uma vez que a discrepância entre as médias e

medianas das respectivas subprefeituras, com exceção dos bairros com melhor infraestrutura urbana, que, por sua vez, possuem um IIU baixo, indicando uma alta qualidade da infraestrutura urbana nestas localidades.

6. RESULTADOS

Nesta seção, será apresentado os resultados dos modelos de resposta binária estimados, logit. O uso do logit em detrimento de outros modelos (como Probit) se dá pela maior facilidade na interpretação dos resultados, uma vez que, pelas estatísticas de qualidade de ajuste, não houve mudança significativa entre os modelos. Os modelos estimados seguiram a forma funcional descrita na Equação 14. Assim, foi aplicado do logaritmo natural em todas as variáveis quantitativas não-binárias. Como critério de seleção do melhor modelo, foram utilizadas as estatísticas de qualidade do ajuste o critério de informação de Akaike (AIC) e o Pseudo R² de McFadden. Posto isso, a Tabela 14 apresenta os resultados dos modelos estimados.

Tabela 14 – Resultados dos Modelos Logit

Var. Dep.: Desmatamento	(1)		(2)		(3)	
	Est.	Razão de Chances	Est.	Razão de Chances	Est.	Razão de Chances
Intercepto	-0.93 (1.23)	0.396 (0.489)	-6.50*** (1.25)	0.001 (0.002)	-7.58*** (1.46)	0.001 (0.001)
Milícia	0.11 (0.15)	1.112 (0.170)	0.60*** (0.16)	1.831 (0.299)	0.57*** (0.17)	1.761 (0.291)
Tráfico	-1.28*** (0.19)	0.279 (0.053)	-0.15 (0.20)	0.862 (0.171)	-0.09 (0.20)	0.914 (0.185)
IIU	1.27*** (0.16)	3.578 (0.579)	0.46* (0.19)	1.583 (0.294)	0.45* (0.19)	1.567 (0.295)
Rendimento Médio	-0.69*** (0.18)	0.503 (0.090)	-0.33 (0.17)	0.721 (0.125)	-0.26 (0.18)	0.774 (0.141)
Densidade Populacional			-0.69*** (0.04)	0.499 (0.019)	-0.68*** (0.04)	0.506 (0.019)
Distância do Centro					0.21 (0.15)	1.235 (0.186)
Obs.			15.768			
AIC	2.073,9		1.689,4		1.689,2	
R ² de McFadden	0,092		0,262		0,263	
Log.Lik.	-1.059,6		-839,0		-837,7	

F	41,12	149,60	118,70
---	-------	--------	--------

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Fonte: Elaboração própria.

Conforme pode ser evidenciado, o modelo que possui melhor grau de ajuste é o Modelo 3, visto que este possui o menor AIC e o maior R² de McFadden. Em geral, os resultados foram condizentes com o que é apontado pela literatura, principalmente a nível nacional.

O IIU exibe uma relação positiva com o desmatamento, isto é, a piora da infraestrutura (aumento do índice) acarreta o aumento das chances de desmatamento em cerca de 56,7%. A literatura internacional aponta que a infraestrutura urbana seria um fator gerador do espraiamento, na medida que incentiva o uso do carro e beneficia famílias que se distanciariam das áreas do centro (Burchfield *et al.*, 2006; Glaeser; Khan, 2004). Contudo, a literatura nacional chama atenção para o problema da periferização existente na maioria das cidades brasileiras. Resultado similar foi encontrado por Nadalin e Iglioni (2015) para o caso de São Paulo. Desta forma, o resultado encontrado aqui está em consonância com a hipótese de periferização levando a inferir que este problema ocorre no território estudado.

A distância ao centro (DAC) também apresentou efeitos positivos, porém não significativos. A não significância da DAC para o desmatamento pode se dá pelo fato de existir focos de desmatamento por todo o território estudado, até mesmo em distâncias próximas, tendo em vista a presença de APAs e, portanto, uma grande área verde próxima ao centro. A não significância do parâmetro também pode ser devido ao fenômeno de conturbação existente na área estudada.

Os rendimentos médios possuem um efeito negativo sobre o desmatamento, o que, pela lógica da expansão urbana americana, é contraintuitivo. Contudo, apesar do parâmetro não ser significativo, quando analisamos o seu sinal, pode-se inferir que está em acordo com a lógica urbana da RMRJ, uma vez que o rendimento médio maior está concentrado em regiões densamente urbanizadas, como a Zona Sul e o Centro da CRJ.

O efeito populacional, por sua vez, também possui um efeito negativo, indicando que áreas mais densamente povoadas são menos suscetíveis ao desmatamento. Tal resultado se mostra consistente com o encontrado na literatura empírica (Mills; Hamilton, 1984; Oueslati; Alvanides; Garrod, 2015; Burchfield *et al.*, 2006). A ocupação de áreas centrais seria dada pela verticalização, enquanto áreas dispersas na periferia teriam um zoneamento mais espraiado, levando, assim, a uma densidade reduzida e pressionando o desmatamento. Desta forma, setores censitários mais densamente povoados possuem 50,6% menos chances de desmatamento.

Além da hipótese das Milícias, testa-se o efeito do tráfico sobre o desmatamento. A hipótese a ser testada é se as facções criminosas ligadas ao tráfico de drogas (ADA, CV e TCP) fazem pressão sobre a mata nativa. O tráfico apresentou sinal negativo no desmatamento, porém sendo não significativo estatisticamente. Este resultado indica que as facções criminosas ligadas ao tráfico de drogas não estão relacionadas à expansão urbana e, logo, não pressionam a mata nativa. Assim, pode-se inferir que o domínio do território por estas facções não aumentam as ocupações irregular. Tais resultados sugerem que as atividades ilegais do tráfico são voltadas ao comércio drogas.

De modo a testar a principal hipótese do trabalho, foi incluída a variável milícia que classifica os setores censitários ocupados por este tipo de grupo armado. A hipótese a ser testada é que as áreas ocupadas pelas milícias possuem maior probabilidade de existir desmatamento. Ao analisar o resultado, pode-se perceber que o coeficiente da variável milícia é positivo e estatisticamente significativo. Diante disso, pode-se inferir que setores censitários dominados pelas milícias possuem chances de ocorrência 76,1% maiores de desmatamento em comparação com setores censitários que não possuem o domínio destes grupos armados. Este resultado é aderente à perspectiva tomada pela literatura no que tange a dimensão criminosa do desmatamento, onde redes criminosas atuam em atividades ilegais de extração de madeira em um ambiente de corrupção e dissuasão da comunidade local e das forças de segurança, podendo ser observada em áreas como costa dos municípios paulistas ou a floresta amazônica (Folharini *et al.*, 2021; Van Solinge, 2010). Neste sentido, pode-se destacar que uma nova dimensão do desmatamento ilegal, onde, no caso do ERJ, se demonstra uma consequência da atividade imobiliária ilegal do crime organizado.

As milícias fazem pressão sobre a expansão urbana e, conseqüentemente, sobre o desmatamento, devido ao fato de que estes grupos paramilitares possuem como um de suas atividades o loteamento e venda legal e ilegal de terrenos, regularização fundiária e exploração de recursos naturais, como por exemplo a extração madeireira ou areia. Além disso, a dissuasão gerada pela presença da milícia pode inibir a aplicação correta das regulamentações e fiscalizações ambientais pelos órgãos fiscalizadores municipais e estaduais. Este último é particularmente consistente com o crescimento da presença das milícias, uma vez que mostra que a ordem pública não foi capaz de barrar o avanço desses destes grupos no território do ERJ.

Os resultados deste trabalho apontam que as Milícias atuam como um novo determinante na expansão urbana e no desmatamento no estado do Rio de Janeiro, reconfigurando a compreensão do crime organizado para além da esfera da segurança pública.

Esta descoberta se mostra inovadora, visto que a literatura existente não explorou em profundidade esta interseção entre ocupação territorial por grupos paramilitares e degradação ambiental. Assim, o crime organizado emerge não apenas como uma ameaça à ordem pública, mas também como um vetor significativo de degradação ambiental, promovendo a supressão de áreas de mata nativa por meio de loteamentos irregulares e expansão urbana predatória.

7. CONCLUSÃO

O crescimento urbano se torna cada vez mais uma preocupação à medida que as cidades aumentam em população e expandem suas fronteiras urbanas. As cidades se destacam como concentradoras tanto de diversas culturas como de especialização econômica e social. Seu crescimento leva a preocupações relativas à expansão desenfreada urbana em área e população. O espraiamento urbano caracteriza-se pela expansão urbana desenfreada, de baixa densidade e que levanta questões acerca do planejamento urbano.

Neste sentido, a literatura demonstra características diferentes entre o espraiamento de cidades desenvolvidas e subdesenvolvidas. Especificamente, para países como o Brasil, a expansão urbana está ligada a um caráter de periferização, criação de favelas e afastamento do centro urbano.

No caso do território estudado (cidade do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense), este apresenta uma característica em sua criminalidade diferente dos demais territórios. A presença da Milícia e seu modo de funcionamento em áreas dominadas pode influenciar o desmatamento no ERJ. Assim, o presente trabalho buscou avaliar se o impacto das atividades ilegais da Milícia atuaria como um dos determinantes do desmatamento na cidade do Rio de Janeiro e na Baixada Fluminense. Para tal, foi-se utilizada uma AED para determinar fatores importantes a serem distinguidos, a construção de um índice de infraestrutura urbana - o IIU - para em seguida implementar uma análise econométrica.

Na análise exploratória de dados, seguindo Tukey (1977), verifica-se a importância da CRJ e da BF econômica e demograficamente para o ERJ. A CRJ sendo uma metrópole nacional com influência significativa sobre o território e a Baixada Fluminense, parte da metrópole, se mostra relevante para a RMRJ. A distribuição espacial de estabelecimentos formais e a expansão urbana na região demonstram um fenômeno que não é apenas um reflexo da busca por habitação acessível nas periferias urbanas, mas também indica padrões de segregação espacial e desigualdades socioeconômicas que permeiam a estrutura urbana da cidade.

Em termos de áreas verdes, a CRJ contrasta com subprefeituras altamente urbanizadas e outras com uso do solo misto, havendo espaços verdes. Esta integração colocando, por exemplo 42,3% da área da subprefeitura da Barra da Tijuca como vegetação. Do lado da BF, ocupações em área florestal se tornam a norma, correspondendo a grande parte do território de diversos municípios da BF, como por exemplo Paracambi, Japeri e Queimados. Por outro lado, Magé e Guapimirim se destacam com grandes áreas verdes, ligadas à APA de Guapimirim, criada para a proteção dos manguezais remanescentes na região.

Neste contexto, o desmatamento acumulado entre 2004 e 2022 foi de 49,6 km² contando a CRJ e a BF, sendo concentrados em períodos específicos. Em termos desagregados, o acumulado deste desmatamento da CRJ se deu principalmente na Zona Oeste e o da BF foi dispersa pelo território, com algumas aglomerações em Duque de Caxias e Belford Roxo. Considerando a presença das APAs, verifica-se a existência de possíveis ocupações modernas nessas áreas. Conclui-se também que as APAs mais próximas do Centro parecem ter sido mais efetivas em conter o desmatamento, em comparação às mais distantes, sobretudo na Barra da Tijuca, Zona Oeste e Jacarepaguá.

Em termos da presença de Grupos Armados, a partir dos dados de GENI e IFC (2022), o crime organizado cresceu vertiginosamente entre 2006 e 2021. Na CRJ, a forte presença da Milícia é concentrada na Zona Oeste enquanto a BF convive com grandes aglomerações tanto do Tráfico quanto das Milícias. A indicação do crescimento do território miliciano pode estar ligada à expansão física urbana da CRJ.

De modo a diminuir a multicolinearidade nos modelos econométricos estimados, além de sintetizar as informações urbanas, foi-se criado um índice de infraestrutura urbana (IIU) do entorno. O IIU foi computado a partir da AF por PC de dados do entorno residencial dos setores censitários, a saber: proporção de domicílios com logradouro, iluminação pública, calçada e arborização. O IIU é construído conforme a Equação 17. Quanto menor o IIU, melhor é a qualidade da infraestrutura urbana do setor censitário.

Seus resultados indicam um alto nível de infraestrutura urbana nos setores censitários das subprefeituras do Centro, Zona Sul e Zona Norte. Porém, as discrepâncias da capital podem ser vistas com a presença de focos de baixo nível de infraestrutura na Zona Oeste e Zona Norte. Infere-se que estes focos seriam favelas criadas em áreas não regularizadas e suscetíveis à deslizamentos, demonstrando o agravamento da periferização. No caso da Zona Oeste, sua qualidade de infraestrutura urbana piora à medida que se distancia do Centro. O caso da BF demonstra uma baixíssima qualidade de infraestrutura urbana, com grandes focos de IIU próximos de 3.

Com exceção de Nilópolis e Mesquita, que são municípios densamente urbanizados, a média de IIU dos outros municípios da BF é maior que a Capital. O Centro da CRJ se destaca com uma média de IIU alta devido a grandes focos de favelas com baixa qualidade de infraestrutura, em contraste com o centro de negócios tendo uma alta qualidade de infraestrutura. Tal resultado é evidenciado pela sua mediana sendo -0,499 e sua média 0,491. Conclui-se que o IIU mede uma infraestrutura urbana muito dependente da distância em relação ao Centro da CRJ. Porém, a capital em si é altamente heterogênea, a partir da avaliação de suas médias frente às medianas (Tabela 13).

Na análise econométrica, utilizando o modelo de regressão logística, o IIU se mostrou positivamente relacionado ao desmatamento, o que indica que uma piora da infraestrutura urbana agrava o desmatamento. Este resultado seria coerente com a periferização das regiões metropolitanas observado no Brasil. A Distância ao Centro mostrou efeito positivos, porém não significativos, provavelmente devido à presença de focos do desmatamento presente em todo o território.

Os rendimentos médios possuem um efeito negativo sobre o desmatamento, o que pela lógica da expansão urbana americana é contraintuitivo. Porém, pela lógica brasileira, as áreas urbanas mais verticais são mais ricas. Neste sentido, a não significância do parâmetro pode estar ligada a presença tanto da expansão de periferias como também de condomínios fechados, configurando desmatamento em áreas tanto ricas quanto pobres do recorte geográfico analisado.

O efeito populacional se mostrou negativo, indicando que áreas menos densas levariam à maior desmatamento. Este é totalmente consistente com a literatura internacional e nacional no tema, uma vez que a expansão urbana se dá principalmente por casas ou apartamentos de poucos andares.

O tráfico, como esperado, não se mostrou significativo ao desmatamento, uma vez que sua atividade ilegal não estaria ligada a mudanças significativas no solo urbano. As milícias, por outro lado, se mostraram extremamente significativas para o desmatamento. Especificamente, no modelo escolhido, as chances de ocorrência do desmatamento em áreas dominadas pelas milícias são 76,1% maiores em comparação com territórios sem o domínio delas.

Este resultado pode ser entendido como uma extensão da interpretação de Acemoglu, Robinson e Santos (2013). O resultado aqui demonstra uma reconfiguração inédita na regulação da própria capital e das cidades adjacentes a ela, uma vez que o desmatamento seria consequência da dissuasão gerada pela presença das milícias, inibindo a aplicação de

regulamentações e fiscalizações. Assim, demonstra-se como que a ordem pública não estaria sendo efetiva na aplicação da legislação ambiental, levando, conseqüentemente, a expansão desenfreada urbana sobre as áreas verdes. Esta análise destaca uma contribuição central do presente trabalho: a identificação das milícias como um fator determinante no processo de espraiamento urbano e na degradação ambiental, o que até então não havia sido explorado em profundidade na literatura.

A piora na qualidade de infraestrutura urbana estar relacionada com o desmatamento revela a necessidade uma integração maior entre o zoneamento urbano e políticas de conservação ambiental. O investimento na infraestrutura urbana habilitaria a densificação de áreas urbanas, visto que espaços verdes, culturais e de lazer incentivarão a migração para estas áreas. O desenvolvimento de habitações sociais sobre estas áreas frearia a periferização da cidade, bem como levaria a melhor qualidade ambiental.

Por fim, o principal resultado deste trabalho – a questão da milícia sobre o desmatamento – revela uma importante interação entre a segurança pública e o planejamento urbano. A identificação desta interação complexa entre segurança, planejamento e gestão ambiental marca uma das contribuições mais relevantes da pesquisa, ao mostrar como a ausência da segurança pública afeta negativamente tanto o correto zoneamento quanto a fiscalização ambiental. De fato, este resultado demonstra as conseqüências do que são considerados grandes problemas do ERJ: a violência urbana (Arias, 2006) e o planejamento urbano aliado à gestão ambiental (Souza, 2005).

Neste caso específico, verifica-se a necessidade de políticas de zoneamento e uso do solo mais restritivas, de modo a limitar a expansão urbana, aliado a um aumento da fiscalização ambiental. No entanto, este trabalho reforça que a fiscalização ambiental precisa ser coordenada com as agências de segurança pública, uma vez que a gestão cooperativa é essencial tanto para a execução eficaz da política quanto para garantir a segurança dos fiscais, que poderiam ser dissuadidos da aplicação da lei em territórios milicianos.

Dentre as limitações do trabalho, para pesquisas futuras, verifica-se a necessidade de se analisar dinamicamente a mudança do uso do solo do ERJ, além da verificação de como a regulação se dá pelo território. Por fim, avaliar se essas tendências se mantêm ao fazer análises comparativas mais recentes, uma vez que a base de dados socioeconômica usada no trabalho se limita à 2010.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEMOGLU, D. ROBINSON, J. A. SANTOS, R. J. The monopoly of violence: Evidence from Colombia. **Journal of the European Economic Association**, v. 11, n. 1, p. 5-44, 2013.

ALONSO, W. **Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent**. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1964.

ALVES, J. C. S. Milícias: Mudanças na Economia Política do Crime no Rio de Janeiro. *In*: JUSTIÇA GLOBAL BRASIL (org.). **Segurança, tráfico e milícias no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2008. p. 33-36.

ASHBY, Nathan J.; RAMOS, Miguel A. Foreign direct investment and industry response to organized crime: The Mexican case. **European Journal of Political Economy**, v. 30, p. 80-91, 2013.

ARAÚJO, V. Milícias de PMs expulsam o tráfico. **O Globo**, Rio de Janeiro, mar. 2005.

ARIAS, E. D. Trouble en route: Drug trafficking and clientelism in Rio de Janeiro shantytowns. **Qualitative Sociology**, v. 29, p. 427-445, 2006.

ARNOLD, J. B. **ggthemes: Extra themes, scales and geoms for 'ggplot2'**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=ggthemes>>.

Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro – ALERJ. **Relatório Final Da Comissão Parlamentar De Inquérito Destinada A Investigar A Ação De Milícias No Âmbito Do Estado Do Rio De Janeiro**. Gilberto Palmares (Relator). 2008. Disponível em: <<https://static.poder360.com.br/2024/01/relatorio-final-cpi-das-milicias-marcelo-alerj-2008.pdf>>.

ASSIS, L. F. F. G. *et al.* TerraBrasilis: a spatial data analytics infrastructure for large-scale thematic mapping. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 11, p. 513, 2019.

BARRINGTON-LEIGH, C.; MILLARD-BALL, A. Global trends toward urban street-network sprawl. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 4, p. 1941-1950, 2020.

BARTLETT, M. S. The effect of standardization on a χ^2 approximation in factor analysis. **Biometrika**, v. 38, n. 3/4, p. 337-344, 1951.

BIVAND, R. S.; PEBESMA, E.; GOMEZ-RUBIO, V. **Applied spatial data analysis with R, Second edition**. Springer, NY, 2013.

BORGES, W. A.; ROCHA, M. M. A compreensão do processo de periferização urbana no Brasil por meio da mobilidade centrada no trabalho. **Geografia**, v. 29, n. 3, p. 383-400, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Brasília, DF, 2022.

BRITO, W. A. T. **Arcabouço Analítico de textos em denúncias**: nova tecnologias no tratamento e análise de Denúncias – estudo de caso milícia. 199 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

BRUECKNER, J. K. Urban sprawl: Diagnosis and remedies. **International regional science review**, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 23, n. 2, p. 160–171, 2000.

BURCHFIELD, M. *et al.* Causes of Sprawl: A Portrait from Space. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 121, n. 2, p. 587–633, 2006.

CALTHORPE, P.; FULTON, W.; FULTON, W. B. **The regional city**. Washington, D.C: Island Press, 2001.

CANO, I. RIBEIRO, E. Old strategies and new approaches towards policing drug markets in Rio de Janeiro. **Police Practice and Research**, v. 17, n. 4, p. 364-375, 2016.

CARNEIRO, M.; TOLEDO, J.; AURÉLIO, M.; ORRICO, R. Espreadimento urbano e exclusão social. Uma análise da acessibilidade dos moradores da cidade do Rio de Janeiro ao mercado de trabalho. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 45, n. 136, p. 51-70, 2019.

CAVALCANTE, P.; HERSZENHUT, D.; DORNELLES, R. **basedosdados: `Base Dos Dados` R client**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=basedosdados>>.

CENGIZ, S.; GORMÜS, S.; OGUZ, D. Analysis of the urban growth pattern ~ through spatial metrics; Ankara City. **Land Use Policy**, v. 112, p. 105812, 2022.

CLAWSON, M. Urban sprawl and speculation in suburban land. **Land economics**, v. 38, n. 2, p. 99-111, 1962.

CLEVELAND, William S. **The elements of graphing data**. [s.l]: Wadsworth Publ. Co., 1985.

COTELO, F. C.; RODRIGUES, J. M. Como cresce a Região Metropolitana do Rio de Janeiro? Uma comparação entre os Censos Demográficos de 2000 e 2010. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, n. 2, p. 22-46, 2013.

COOLEY, D. **jsonify: Convert between `R` objects and javascript object notation (JSON)**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=jsonify>>.

DANIELE, V. Organized crime and regional development. A review of the Italian case. **Trends in Organized Crime**, v. 12, p. 211-234, 2009.

DANNENBERG, A. L. *et al.* The impact of community design and land-use choices on public health: a scientific research agenda. **American journal of public health**, v. 93, n. 9, p. 1500-1508, 2003.

DAVIDOVICH, F. Metr6pole e territ6rio: metropoliza66o do espa6o no Rio de Janeiro. **Cadernos Metr6pole**, n. 06, p. 67-77, 2001.

DESALVO, Joseph S.; SU, Qing. Determinants of urban sprawl: a panel data approach. **International Journal of Regional Development**, v. 4, n. 2, p. 1-25, 2017.

DEVITO, C. **The Encyclopedia of International Organized Crime**. Nova York: Facts on File, 2005.

DRUGOWICK, P.; PEREDA, P. C. Crime and economic growth: A case study of Manaus, Brazil. **Review of Development Economics**, v. 27, n. 4, p. 2123-2148, 2023.

DUNNINGTON, D. **ggspatial: Spatial data framework for ggplot2**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=ggspatial>>.

EWING, R. H. Characteristics, causes, and effects of sprawl: A literature review. **Urban ecology: An international perspective on the interaction between humans and nature**, p. 519-535, 2008.

EWING, R. *et al.* Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. **American journal of health promotion**, v. 18, n. 1, p. 47-57, 2003.

EWING, R.; SCHIEBER, R. A.; ZEGER, C. V. Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. **American journal of public health**, v. 93, n. 9, p. 1541-1545, 2003

FANG, S. *et al.* The impact of interactions in spatial simulation of the dynamics of urban sprawl. **Landscape and urban planning**, v. 73, n. 4, p. 294-306, 2005.

FENIZIA, A.; SAGGIO, R. Organized Crime and Economic Growth: Evidence from Municipalities Infiltrated by the Mafia. **American Economic Review**, v. 114, n. 7, p. 2171-2200, 2024.

FRUMKIN, H. Urban sprawl and public health. **Public Health Reports**, v. 117, n. 3, p. 201-217, 2002.

FOLHARINI, S. O.; MELO, S. N.; CAMERON, S. R. Effect of protected areas on forest crimes in Brazil. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 65, n. 2, p. 272-287, 2022.

FRUMKIN, H.; FRANK, L. D.; JACKSON, R. J. **Urban sprawl and public health: Designing, planning, and building for healthy communities**. Washington, DC: Island press, 2004.

GALSTER, G. *et al.* Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. **Housing policy debate**, Taylor & Francis, v. 12, n. 4, p. 681-717, 2001.

Grupo de Estudos de Novos Ilegalismos - GENI; Instituto Fogo Cruzado - IFC. **Mapa histórico dos grupos armados no Rio de Janeiro**. Niterói: GENI, 2022. Disponível em: <https://geni.uff.br/2022/09/13/mapa-historico-dos-grupos-armados-no-rio-de-janeiro/> . Acesso em: 10 mar. 2024.

GEOGHEGAN, Jacqueline et al. Modeling tropical deforestation in the southern Yucatan peninsular region: comparing survey and satellite data. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 85, n. 1-3, p. 25-46, 2001.

GLAESER, E. L.; KAHN, M. E. Sprawl and urban growth. In: HENDERSON, J. V.; THISSE, J., F. (Eds.). **Handbook of Regional and Urban Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2004, v. 4, p. 2481-2527.

GUJARATI, D. **Econometria: princípios, teoria e aplicações práticas**. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

HANSON, M. E. Automobile subsidies and land use: estimates and policy responses. **Journal of the American Planning Association**, v. 58, n. 1, p. 60-71, 1992.

HARVEY, R. O.; CLARK, W. A. V. The nature and economics of urban sprawl. **Land Economics**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 1965.

HAYDEN, D. **A field guide to sprawl**. New York: WW Norton & Company, 2004.

HILBE, J. M. **Logistic regression models**. Nova York: Chapman and hall/CRC, 2009.

HU, Z.; LO, C. Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 31, n. 6, p. 667-688, 2007.

HVITFELDT, E. **paletteer: Comprehensive collection of color palettes**. Disponível em: <<https://github.com/EmilHvitfeldt/paletteer>>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico: 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra: 2000 - 2010 - 2012 - 2014: em grade territorial estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Regiões de influência das cidades: 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 192 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Áreas urbanizadas do Brasil : 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

Instituto Pereira Passos – IPP. Data.rio. O DATA.RIO reúne diversas informações sobre a Cidade do Rio de Janeiro utilizando tecnologia avançada, possibilitando um acesso à informação mais ágil e interativo para toda população. Disponível em: <https://www.data.rio>. Acesso em: 15 mar. 2024.

JOHNSON, M. P. Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. **Environment and planning A**, v. 33, n. 4, p. 717-735, 2001.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. 2. Ed. New York: Springer, 2002.

KAISER, H. A second generation little jiffy. **Psychometrika**, v. 35, n. 4, p. 401-415, 1970.

KAISER, H.F.; RICE, J. Little jiffy, mark IV. **Educational and psychological measurement**, v. 34, n. 1, p. 111-117, 1974.

KENNEDY, D.; BATES, R. R.; WATSON, A. Y. **Air pollution, the automobile, and public health**. Washington, DC: National Academy Press, 1988.

KITCHIN, R.. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal**, v. 79, p. 1-14, 2014.

KOSMYNKA, S. The Problem of Organized Crime in the South American Tri-Border Area: Paraguay, Brazil and Argentina. **International Studies: Interdisciplinary Political and Cultural Journal (IS)**, v. 25, n. 1, p. 9-28, 2020.

KREUTER, U. P. *et al.* Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. **Ecological Economics**, v. 39, n. 3, p. 333–346, 2001.

LESSINGER, J. The Case for Scatteration: Some Reflections on the National Capital Region Plan for the Year 2000. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 28, n. 3, p. 159-169, 1962.

LEWIS, C. **An Elementary Latin Dictionary**. New York: American Book Company, 1890.

LIMA, L. S.; LOUREIRO, C. F. G.; SOUSA, F. F. L. de M.; LOPES, A. S. Espriamento urbano e seus impactos nas desigualdades socioespaciais da acessibilidade ao trabalho em Fortaleza. **TRANSPORTES, [S. l.]**, v. 29, n. 1, p. 229–246, 2021.

LOPEZ, R. Urban sprawl and risk for being overweight or obese. **American journal of public health**, v. 94, n. 9, p. 1574-1579, 2004.

MANSO, B. P. **A república das milícias: Dos esquadrões da morte à era Bolsonaro**. 1 ed. São Paulo: Todavia, 2020

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. [s.l.]: Chapman & Hall/CRC. 1989.

MCDONALD, R. I. *et al.* **Nature in the urban century: a global assessment of where and how to conserve nature for biodiversity and human wellbeing**. 2018.

MCHALE, M. R. *et al.* The new global urban realm: complex, connected, diffuse, and diverse social-ecological systems. **Sustainability**, v. 7, n. 5, p. 5211-5240, 2015.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. London: Chapman and Hall, 2 edition, 1989.

MIESZKOWSKI, P.; MILLS, E. S. The causes of metropolitan suburbanization. **Journal of Economic perspectives**, v. 7, n. 3, p. 135-147, 1993.

MILLS, E. S.; PRICE, R. Metropolitan suburbanization and central city problems. **Journal of Urban Economics**, v. 15, n. 1, p. 1-17, 1984.

MISSE, M. Le Movimento: Les rapports complexes entre trafic, police et favelas à Rio de Janeiro. **Déviance et société**, v. 32, n. 4, p. 495-506, 2008.

MISSE, M. **Malandros, marginais e vagabundos**: A acumulação social da violência no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IUPERJ, 1999.

MILLS, E. S. An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. **The American Economic Review**, v. 57, n. 2, p. 197-210, 1967.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336–341, 2010.

MURRAY, A. T.; FENG, X. Public Street lighting service standard assessment and achievement. **Socio-economic Planning Sciences**, v. 53, p. 14-22, 2016.

MUTH, R. F. **Cities and Housing**: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use. Chicago e London: University of Chicago Press, 1969.

NADALIN, V. IGLIORI, D. Espriamento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 41, n. 124, p. 91-111, 2015.

OLIVEIRA, M. A. S. A. Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro: entre o rural e o urbano. **Iluminuras**, v. 18, n. 45, 2017.

OTTENSMANN, J. R. Urban sprawl, land values and the density of development. **Land economics**, v. 53, n. 4, p. 389-400, 1977.

OUESLATI, W.; ALVANIDES, S.; GARROD, G. Determinants of urban sprawl in European cities. **Urban studies**, v. 52, n. 9, p. 1594-1614, 2015.

PEBESMA, E. J.; BIVAND, R. Classes and methods for spatial data in R. **R News**, v. 5, n. 2, p. 9–13, nov. 2005.

PEBESMA, E. Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. **The R Journal**, v. 10, n. 1, p. 439–446, 2018a.

PEBESMA, E.; BIVAND, R. **Spatial data science: With applications in R**. Chapman and Hall/CRC, 2023.

PEREIRA, R. H. M.; GONCALVES, C. N. **geobr: Download official spatial data sets of brazil**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=geobr>>.

PEREIRA, R. H. M., PARGA, J. P., SARAIVA, M., BAZZO, J. P., TOMASIELLO, D., SILVA, L. P., NADALIN, V. G.; BARBOSA, R. J. (2022). Forma urbana e mobilidade sustentável: Evidências de cidades brasileiras. **Texto para Discussão Ipea, 2802**. Instituto

de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Disponível em <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11343>

PINOTTI, P. The causes and consequences of organised crime: Preliminary evidence across countries. **The Economic Journal**, v. 125, n. 586, p. F158-F174, 2015.

PONTIUS, R. G.; SCHNEIDER, L. C. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 85, n. 1-3, p. 239-248, 2001.

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – PCRJ. Limite de Bairros, 2020. Disponível em: <https://www.data.rio/datasets/PCRJ::limite-de-bairros/about>. Acesso em: 10 de jan. de 2024.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Áustria: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 10 mar. 2024.

RAUP, P. M. Urban threats to rural lands: Background and beginnings. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 41, n. 6, p. 371-378, 1975.

SANTÉ, I. *et al.* Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis. **Landscape and Urban Planning**, v. 96, n. 2, p. 108–122, 2010.

SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 40, p. 16083– 16088, 2012.

SOUZA, M. L. Urban planning in an age of fear. **International Development Planning Review**, v. 27, n. 1, 2005.

TAKANO, T.; NAKAMURA, K.; WATANABE, M. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 56, n. 12, p. 913-918, 2002.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1977.

UN DESA - UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)**. New York: United Nations, 2019.

VAN DE COEVERING, P.; SCHWANEN, T. Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America. **Transport policy**, v. 13, n. 3, p. 229-239, 2006.

VAN SOLINGE, T. B. Deforestation Crimes and Conflicts in the Amazon. **Critical Criminology**. v. 18, p. 263-277, 2010

VIANO, E. C. **Global Organized Crime and International Security**. London: Routledge, 2018

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio nobel, 1998.

WEINSTEIN, Liza. Mumbai's development mafias: globalization, organized crime and land development. **International journal of urban and regional research**, v. 32, n. 1, p. 22-39, 2008.

WESTMORELAND, M. E.; **International Organized Crime Strategy**. Carlisle: US Army War College, 1999.

WICKHAM, H. *et al.* Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019.

WICKHAM, Hadley. Tidy data. **Journal of statistical software**, v. 59, p. 1-23, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. São Paulo: Cengage Learning, 2023.

ZALUAR, A. **Condomínio do Diabo**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1995.

ZALUAR, A.; CONCEIÇÃO, Isabel Siqueira. Favelas sob o controle das milícias no Rio de Janeiro. **São Paulo em perspectiva**, v. 21, n. 2, p. 89-101, 2007.