



ESPRAIAMENTO URBANO E PLANEJAMENTO INTEGRADO NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA: ANÁLISE E CENÁRIOS

YORDANA NACIFF
2024

**ESPRAIAMENTO URBANO E PLANEJAMENTO INTEGRADO
NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA:
ANÁLISE E CENÁRIOS**

GOIÂNIA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☐ Dissertação ☒ Tese ☐ Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Yordana Dias das Neves Naciff

3. Título do trabalho

**ESPRAIAMENTO URBANO E PLANEJAMENTO INTEGRADO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA: ANÁLISE E CENÁRIOS**

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira, Usuário Externo**, em 03/04/2025, às 20:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yordana Dias Das Neves Naciff, Discente**, em 07/04/2025, às 13:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5212204** e o código CRC **04720F24**.

YORDANA DIAS DAS NEVES NACIFF

**ESPRAIAMENTO URBANO E PLANEJAMENTO INTEGRADO
NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA:
ANÁLISE E CENÁRIOS**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de Concentração: Natureza e Produção do Espaço
Linha de Pesquisa: Dinâmicas Socioespaciais

Orientadora: Prof. Dra. Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira

Coorientadora: Prof. Dra. Érika Cristine Kneib

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Naciff, Yordana Dias das Neves
Espraçamento Urbano e Planejamento Integrado na Região
Metropolitana de Goiânia: análise e cenários [manuscrito] / Yordana
Dias das Neves Naciff. - 2024.
229 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira;
co-orientadora Dra. Érika Cristine Kneib.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de
Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em
Geografia, Goiânia, 2024.

Bibliografia. Anexos.

Inclui mapas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

1. Espraçamento urbano. 2. Análise sistêmica. 3. Dinâmicas
urbanas. 4. Cenários de expansão urbana. 5. Desenvolvimento
urbano integrado. I. Barreira, Celene Cunha Monteiro Antunes, orient.
II. Título.

CDU 911.375.1

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

PROF. DRA. CELENE CUNHA MONTEIRO ANTUNES BARREIRA
Orientadora – PPGeo/UFG

PROF. DRA. ÉRIKA CRISTINE KNEIB
Coorientadora – FAV/UFG

PROF. DR. NILSON CLEMENTINO FERREIRA
Membro Titular 1 – EECA/UFG

PROF. DRA. OLGA LÚCIA CASTREGHINI DE FREITAS
Membro Titular 2 – PPGeo/UFPR

PROF. DRA. KARLA EMMANUELA RIBEIRO HORA
Membro Titular 3 – EECA/UFG

PROF. DR. LEANDRO OLIVEIRA LIMA
Membro Titular 4 – PPGeo/UFG

PROF. DR. RONAN EUSTÁQUIO BORGES
Membro Suplente Interno – PPGeo/UFG

PROF. DRA. MIRACI KURAMOTO NUCADA
Membro Suplente Externo – PUC Goiás



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº 55/2024 da sessão de Defesa de Tese de **Yordana Dias das Neves Naciff** que confere o título de Doutora em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

Aos doze dias do mês de novembro de dois mil e vinte e quatro, a partir das 14:00 horas, por meio de **videoconferência**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “**ESPRAIAMENTO URBANO E PLANEJAMENTO INTEGRADO NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA: ANÁLISE E CENÁRIOS**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora **Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira (IESA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora **Karla Emmanuela Ribeiro Hora (EECA/UFG)**, membro titular externo; Professora Doutora **Olga Lucia Castreghini de Freitas Firkowski (UFPR)**, membro titular externo; Professor Doutor **Leandro Oliveira de Lima (IESA/UFG)**, membro titular interno; **Professor Doutor Nilson Clementino Ferreira (EECA/UFG)**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora **Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira (IESA/UFG)**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata, que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora **aos doze dias do mês de novembro de dois mil e vinte e quatro**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Karla Emmanuela Ribeiro Hora, Professora do Magistério Superior**, em 28/02/2025, às 20:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira, Usuário Externo**, em 06/03/2025, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Oliveira De Lima, Professor do Magistério Superior**, em 03/04/2025, às 09:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nilson Clementino Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 03/04/2025, às 20:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ronan Eustaquio Borges, Coordenador de Pós-Graduação**, em 04/04/2025, às 19:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0,
informando o código verificador **5207751** e o código CRC **C36CDE4E**.

Referência: Processo nº 23070.054064/2024-88

SEI nº 5207751

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu querido pai Alvislei Domingos das Neves (*in memoriam*) por todo amor, incentivo, apoio e pelos grandes ensinamentos que recebi. Obrigada pelo privilégio de ter sido a sua filha. Minha saudade eterna.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por absolutamente tudo. Foram anos difíceis e sem Ele, nada disso teria sido possível.

Ao meu filho, Alvislei Neto, que é meu combustível diário para lutar pelos meus sonhos.

Ao meu marido, Samuel, pelo apoio, amor e compreensão durante todos esses anos.

À minha mãe, Almira, por ser meu exemplo de vida e por todo o apoio e dedicação ao longo de toda minha vida

Aos meus irmãos, Mohana e Fabiano, pelo carinho constante e pela alegria que trazem com suas presenças.

À minha orientadora, Dra. Celene Barreira, pela paciência, oferta de oportunidades, ensinamentos valiosos que enriqueceram meu conhecimento em Geografia e, sobretudo, pela amizade.

À minha coorientadora, Érika Kneib, que sempre me estimulou a ir atrás de desenvolver o melhor em pesquisas, pela dedicação constante, disponibilidade em ajudar e pela grande amizade.

Ao Dr. Nilson Ferreira, pelos valiosos dados que enriqueceram este trabalho.

À UFG, pela oportunidade concedida, e à CAPES, pelo suporte financeiro através da bolsa de estudos, que foi fundamental para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O espraiamento urbano, caracterizado pela expansão dispersa e desordenada das cidades, resulta em uma série de desafios, como a formação de vazios urbanos, a diminuição da densidade populacional, a segregação socioespacial e o aumento da dependência do automóvel. Esses efeitos contribuem para a criação de regiões desconectadas e de difícil gestão, dificultando o planejamento urbano integrado entre os municípios da região metropolitana. Utilizando como estudo de caso a Região Metropolitana de Goiânia (RMG), os impactos do espraiamento urbano são analisados nas dinâmicas populacionais e socioterritoriais, econômicas, de mobilidade urbana e ambientais. Para tal, propõe-se a elaboração de um procedimento metodológico de análise sistêmica, baseado na Teoria Geral dos Sistemas e no uso de ferramentas de georreferenciação, que permite analisar as interações entre os diversos sistemas urbanos. Com o uso do software Dinamica EGO, realiza-se ainda a simulação de cenários de expansão urbana para o território em análise, vislumbrando a elaboração de diretrizes de ordenamento territorial. Objetiva-se, com essa tese, identificar e analisar os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia visando estabelecer diretrizes e ações para o seu desenvolvimento urbano integrado. Para tal, a tese é dividida em duas partes, “definindo a cena” e “ordenando a cena”. O método desenvolvido valida a hipótese construída para esse estudo e é passível de aplicação em outras regiões metropolitanas a partir de outras variáveis urbanas. Dentre as contribuições dessa pesquisa, tem-se ainda a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas para análises urbanas e a elaboração de cenários futuros de expansão urbana para a RMG. Os resultados obtidos sublinham a importância de uma abordagem integrada e sistêmica para mitigar o espraiamento urbano, buscando melhorar a qualidade de vida nas regiões metropolitanas e garantir um desenvolvimento urbano integrado que seja socialmente justo e ambientalmente sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Espraiamento urbano; Análise sistêmica; Dinâmicas urbanas; Cenários de expansão urbana; Desenvolvimento urbano integrado.

ABSTRACT

Urban sprawl, characterized by the dispersed and disorderly expansion of cities, results in a series of challenges, such as the creation of urban voids, decreased population density, socio-spatial segregation, and increased dependence on automobiles. These effects contribute to the formation of disconnected and difficult-to-manage regions, complicating integrated urban planning among the municipalities of the metropolitan area. Using the Metropolitan Region of Goiânia (RMG) as a case study, this thesis analyzes the impacts of urban sprawl on population and socio-territorial dynamics, economic factors, urban mobility, and environmental aspects. A systemic methodological procedure was proposed, based on General Systems Theory and the use of georeferencing tools, which allows for the analysis of interactions between various urban systems. The Dinamica EGO software was used to simulate urban expansion scenarios for the studied territory, aiming to develop territorial planning guidelines. The objective of this thesis is to identify and analyze the impacts of urban sprawl on the urban dynamics of the Metropolitan Region of Goiânia, with the goal of establishing guidelines and actions for integrated urban development in the RMG. To this, the thesis is divided into two parts, “defining the scene” and “ordering the scene”. The developed method validates the hypothesis constructed for this study and can be applied to other metropolitan regions using different urban variables. Among the contributions of this research are the application of General Systems Theory for urban analysis and the development of future urban expansion scenarios for the RMG. The results obtained underscore the importance of an integrated and systemic approach to mitigating urban sprawl, aiming to improve the quality of life in metropolitan regions and ensuring integrated urban development that is both socially just and environmentally sustainable.

KEYWORDS: Urban sprawl; Systems analysis; Urban dynamics; Urban scenes; Integrated urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da estruturação dos capítulos e organização dos conteúdos (mapa mental) da pesquisa.	12
Figura 2 – Propósitos da Teoria Geral dos Sistemas.....	20
Figura 3 – Características dos sistemas somativos e constitutivos	21
Figura 4 – Business Process Management (BPM) Life cycle	27
Figura 5 – Entrada e saída do Sistema do Modo Ativo.....	29
Figura 6 – Funcionamento de um autômato celular	34
Figura 7 – Estrutura do modelo SLEUTH.....	40
Figura 8 – Estrutura do modelo Dinamica EGO	42
Figura 9 – Estrutura do modelo SimLucia consistindo em modelos acoplados no nível macro e no nível micro	44
Figura 10 – Esquema do procedimento de modelagem do CLUES.....	46
Figura 11 – Diagrama do procedimento metodológico de análise sistêmica desenvolvido para a pesquisa.....	52
Figura 12 – Etapa 1 de modelagem: cálculo dos percentuais das matrizes de transição.....	56
Figura 13 – Etapa 2 de modelagem: elaboração do <i>cubemap</i> ou <i>cuberaster</i> das variáveis estáticas.....	57
Figura 14 – Etapa 2 de modelagem: elaboração do <i>skeleton</i> a partir do <i>cubemap/cuberaster</i>	58
Figura 15 – Etapa 3 de modelagem: cálculo dos pesos de evidência.....	59
Figura 16 – Etapa 4 de modelagem: análise da correlação dos pesos de evidência	60
Figura 17 – Etapa 5 de modelagem: modelagem LUCC.....	61
Figura 18 – Etapa 6 de modelagem: cálculo do tamanho médio dos <i>pacthes</i> e desvio padrão	61
Figura 19 – Etapa 7 de modelagem: parametrização do algoritmo <i>expander</i> e <i>patcher</i> , validação dos primeiros mapas de simulação da paisagem gerados	62
Figura 20 – Etapa 8 de modelagem: simulação de cenários futuros para o uso e cobertura da terra da Região Metropolitana de Goiânia de 2023 a 2048	63
Figura 21 – Diagrama dos impactos de recursos do espraiamento urbano	75
Figura 22 – Vetores de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia 2010-2023 ...	87
Figura 23 – Área urbanizada por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia....	88
Figura 24 – Autocorrelação espacial (cluster e outlier) da área urbanizada por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia	90
Figura 25 – Densidade Populacional por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia	95
Figura 26 – Variação da População da Região Metropolitana de Goiânia (2010-2022)	96
Figura 27 – Favelas e comunidades urbanas da Região Metropolitana de Goiânia.....	100
Figura 28 – Análise Sistêmica: Espraiamento (Áreas Urbanizadas 2023) e Densidade Populacional (2022) da Região Metropolitana de Goiânia	102
Figura 29 – Análise sistêmica (autocorrelação espacial): Espraiamento (Áreas Urbanizadas 2023) e Densidade Populacional (2022) da Região Metropolitana de Goiânia	104
Figura 30 – Rendimento Nominal Mensal Domiciliar da Região Metropolitana de Goiânia	106
Figura 31 – Estrutura produtiva dos municípios da Região Metropolitana de Goiânia segundo o PIB	107
Figura 32 – Número total de empresas e localização das indústrias da Região Metropolitana de Goiânia.....	108
Figura 33 – Análise sistêmica: Espraiamento (Áreas urbanizadas 2023) e rendimento nominal mensal domiciliar (2010) da Região Metropolitana de Goiânia.....	111

Figura 34 - Análise sistêmica (autocorrelação espacial): Espraçamento (Áreas urbanizadas 2023) e rendimento nominal mensal domiciliar (2010) da Região Metropolitana de Goiânia	113
Figura 35 – Sistema viário e rede multimodal de transportes da Região Metropolitana de Goiânia	115
Figura 36 – Densidade de linhas da rede de transporte público coletivo da Região Metropolitana de Goiânia	117
Figura 37 – Deslocamentos pendulares da Região Metropolitana de Goiânia.....	119
Figura 38 – Análise sistêmica: Espraçamento (Áreas urbanizadas 2023) e Densidade de linhas do Transporte Público Coletivo (2023) da Região Metropolitana de Goiânia	121
Figura 39 – Análise sistêmica (Autocorrelação espacial): Espraçamento (Áreas urbanizadas 2023) e Densidade de linhas do Transporte Público Coletivo (2023) da Região Metropolitana de Goiânia.....	122
Figura 40 – Uso do solo da Região Metropolitana de Goiânia	124
Figura 41 – Unidades de Conservação selecionadas na RMG	127
Figura 42 – Vulnerabilidade Ambiental na RMG nos mananciais de captação de água para abastecimento público	128
Figura 43 – Vulnerabilidade Ambiental por setores censitários	130
Figura 44 – Análise Sistêmica: Espraçamento (Áreas urbanizadas 2023) e Vulnerabilidade Ambiental (2024) da Região Metropolitana de Goiânia	131
Figura 45 – Análise Sistêmica (Autocorrelação espacial): Espraçamento (Áreas urbanizadas 2023) e Vulnerabilidade Ambiental (2024) da Região Metropolitana de Goiânia.....	132
Figura 46 – Mapa estratégico do PEI 2023-2027 do MIDR	151
Figura 47 – Etapas de elaboração do plano estratégico.....	153
Figura 48 – Simulação de cenários de expansão urbana para a Região Metropolitana de Goiânia (2023-2048)	172
Figura 49 – Comparação de cenários de expansão urbana para a Região Metropolitana de Goiânia (2023-2048)	174
Figura 50 – Análise dos impactos no cenário futuro de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia	175
Figura 51 – Cenários e diretrizes de desenvolvimento urbano integrado para a Região Metropolitana de Goiânia	180

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistematização dos procedimentos a serem aplicados às dimensões de estudo e aos componentes temáticos	11
Quadro 2 – Classificação dos sistemas	22
Quadro 3 – Enfoques e modelos conceituais derivados da Teoria Geral dos Sistemas	25
Quadro 4 – Classificação dos modelos pelos efeitos probabilísticos.....	32
Quadro 5 – Resumo dos trabalhos analisados sobre aplicação prática de modelagem de cenários urbanos	37
Quadro 6 – Dados utilizados, indicando-se o tipo, data e referência.....	48
Quadro 7 – Aplicativos utilizados, indicando-se a finalidade.....	50
Quadro 8 – Parâmetros de agrupamento na análise de clusters e outliers conforme padrão COType.	54
Quadro 9 – Categorias do uso do solo	55
Quadro 10 – Impactos do espraiamento urbano.....	76
Quadro 11 – Benefícios do espraiamento urbano no contexto norte-americano	77
Quadro 12 – Variáveis de análise do espraiamento urbano segundo os autores estudados	81
Quadro 13 – População residente e características dos domicílios da Região Metropolitana de Goiânia	98
Quadro 14 - Número de empregos formais nos municípios da Região Metropolitana de Goiânia	109
Quadro 15 – Unidades de conservação (UC) presentes na RMG	125
Quadro 16 – Síntese de Eventos realizados na elaboração do PDUIRMG (2016-2017).....	155
Quadro 17 – Etapas de elaboração do PDUIRMG.....	159
Quadro 18 – Diagnóstico e Prognóstico para a Governança Metropolitana Interfederativa	160
Quadro 19 – Diagnóstico e Prognóstico para as Condições Ambientais	162
Quadro 20 – Diagnóstico e Prognóstico para o Ordenamento Territorial	163
Quadro 21 – Diagnóstico e Prognóstico para a Mobilidade Urbana.....	165
Quadro 22 – Diagnóstico e Prognóstico para o desenvolvimento socioespacial e econômico	167

LISTA DE ABREVIACÕES

AMMA – Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação

FPICS – Funções Públicas de Interesse Comum

HH – High-High Cluster

HL – High-Low Outlier

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LH – Low-High Outlier

LL – Low-Low Cluster

PDUI – Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado

PNDU – Política Nacional de Desenvolvimento Urbano

PE – Parque Estadual

RM – Região Metropolitana

RMG – Região Metropolitana de Goiânia

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SECIMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos

SEDI – Secretaria de Desenvolvimento e Inovação

SGG – Secretaria Geral de Governo

SIG – Sistema de Informações Geográficas

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

UC – Unidades de Conservação

UFG – Universidade Federal de Goiás

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
I. Problemática da investigação	7
II. Hipótese	7
III. Justificativa	8
IV. Objetivos da pesquisa	9
V. Metodologia	9
 CAPÍTULO 1 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SISTÊMICO DESENVOLVIDO PARA ANÁLISES URBANAS	 14
1.1. ANÁLISE SISTÊMICA	14
1.1.1. Teoria Geral dos Sistemas	18
1.1.2. Aplicações práticas: metodologias baseadas na análise sistêmica	24
1.2. MODELAGEM DE CENÁRIOS	31
1.2.1. Aplicações práticas: metodologias de simulação de cenários com base em informações geográficas	36
1.3. APRESENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SISTÊMICO DESENVOLVIDO PARA AS ANÁLISES URBANAS	47
 PARTE I: DEFININDO A CENA.....	 64
CAPÍTULO 2 – URBANIZAÇÃO E ESPRAIAMENTO	68
2.1. O ESPRAIAMENTO URBANO	68
2.1.1. Contexto e conceitos.....	68
2.1.2. Impactos e benefícios do espraiamento urbano	73
2.1.3. Estado da prática: avaliando e mensurando o espraiamento	78
2.2. A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA.....	82
2.2.1. O processo de expansão urbana e metropolização da Região Metropolitana de Goiânia	82
2.2.2. Espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia.....	85
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE SISTÊMICA DOS IMPACTOS DO ESPRAIAMENTO NAS DINÂMICAS TERRITORIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA	93
3.1. DINÂMICAS POPULACIONAIS E SOCIOTERRITORIAIS	94
3.2. DINÂMICAS ECONÔMICAS	105
3.3. DINÂMICAS DE MOBILIDADE URBANA	114
3.4. DINÂMICAS AMBIENTAIS	123
3.5. REFLEXÕES SOBRE O ESPRAIAMENTO E A DINÂMICA TERRITORIAL DA RMG	133
 PARTE II: ORDENANDO A CENA.....	 136
CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO	139
4.1. ORDENAMENTO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO URBANO ...	139
4.1.1. Conceitos e aspectos na perspectiva normativa.....	140
4.1.2. Planejamento Estratégico Urbano	147
4.2. PLANO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA – PDUIRMG	154

4.2.1. O processo de elaboração do PDUIRMG.....	154
4.2.2. Diagnóstico, Prognóstico e Diretrizes de desenvolvimento urbano para a Região Metropolitana de Goiânia	158
CAPÍTULO 5 – CENÁRIOS E DIRETRIZES DE ORDENAMENTO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA	170
5.1. CENÁRIOS DE EXPANSÃO URBANA E ESPRAIAMENTO da rmg	170
5.2. ANÁLISE ESPACIAL: DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO	177
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	188
REFERÊNCIAS	195
ANEXOS	208

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A urbanização é uma das manifestações da relação entre sociedade e espaço. Dessa forma, sociedade e espaço coexistem e não podem ser desvinculados, ou seja, à medida que a sociedade se desenvolve também se expande a produção espacial. Os processos de urbanização são fruto das ações da sociedade através das suas apropriações, transformações e interesses da classe dominante ou de seus governantes. Essas constatações ganham mais importância com as tendências atuais e emergentes de crescimento das cidades voltadas à formação de grandes regiões com territórios espalhados e de baixa densidade populacional, amplamente definidos por *urban sprawl* (Pizzol, 2006; Weiss, 2016; Ainsten, 2019).

Urban sprawl ou espraiamento urbano é um termo que possui muita relevância em pesquisas contemporâneas nas diferentes áreas do conhecimento. Trata-se de um fenômeno de expansão do tecido urbano de maneira dispersa que cria vazios urbanos e prejudica o alcance de uma densidade demográfica ideal nas regiões expandidas (Passos *et al*, 2012). O termo se consolidou no início do século XX quando as cidades norte americanas se expandiram de maneira expressiva, tanto verticalmente quanto horizontalmente, consolidando-se áreas metropolitanas com casas e empregos descentralizados. Foram desenvolvidos vários estudos analíticos para mitigar os impactos das cidades americanas e, nessa conjuntura, o fenômeno do espraiamento urbano se consolidou mundialmente, inclusive no Brasil (Glaeser; Kahn, 2003).

Os processos de rápida urbanização que estão ocorrendo nos municípios em todo mundo são, segundo Passos *et al* (2012), inconscientemente subsidiados pelos principais atores sociais: a sociedade, a iniciativa privada e o setor público. Pesquisas apontam que esses processos frequentemente culminam no fenômeno do espraiamento urbano e são repletos de impactos negativos. Litman (2016) aponta alguns benefícios da expansão urbana quando essa é realizada de forma coerente, propiciando um crescimento urbano inteligente (*smart growth*). O autor discorre sobre essa temática apresentando algumas táticas para as políticas públicas no encorajamento do uso do solo misto, mobilidade urbana multimodal e preservação dos espaços abertos para o desenvolvimento urbano.

Todavia, no Brasil o espraiamento possui um importante símbolo de representação: a periferização. Esse processo ocorre tanto pela população de baixa renda – exiladas dos

centros das cidades pela especulação imobiliária – quanto com a população de alta renda, através da busca por maior qualidade de vida e segurança nos condomínios fechados. Nessa perspectiva, há uma excessiva dependência automobilística para garantir o deslocamento dessas famílias das zonas periféricas para o interior da cidade – o que acarreta consequências econômicas e ambientais de altos impactos (Nadalin; Iglioni, 2015).

Se as adversidades relativas ao espraiamento urbano nas cidades já são complexas, essas são agravadas na dimensão de um território metropolitano. As metrópoles brasileiras vão consolidando espaços caracterizados por altos índices de desigualdades e problemas que agravam as inadequações no uso e ocupação do solo além de possuir um expressivo impacto ambiental (Grostein, 2001). Tais dificuldades superam as fronteiras político-administrativas das cidades, alteram as dinâmicas urbanas e se configuram enquanto problemas regionais. Por dinâmicas urbanas, entende-se os fatos, processos ou fenômenos das cidades que estão em constante transformação e possuem relações sistemáticas entre si, ou seja, as temáticas populacionais, econômicas, ambientais, de mobilidade, dentre outras.

As cidades são modelos espaciais dinâmicos representadas por territórios em constante mutação compostos por inúmeros subsistemas com políticas integradas de desenvolvimento urbano. Há uma relação entre o sistema das cidades e os seus subsistemas, ou seja, entre a cidade e suas dinâmicas urbanas. Alguns esclarecimentos quanto às terminologias aqui adotadas se fazem necessário: um *modelo* é entendido como a representação de um sistema; um *sistema* é um conjunto de partes ou subsistemas interconectados (Almeida *et al*, 2003).

Uma vez que a cidade não é um bloco analítico, mas um todo multifacetado, o pensamento sistêmico assume um posicionamento importante nas análises urbanas. Esse tipo de abordagem direciona ao entendimento da existência de um “todo” formado por padrões organizados de interação entre os seus elementos. Sob essa perspectiva, trazer o pensamento sistêmico para o urbanismo, isto é, assumir as cidades enquanto sistemas complexos, oferece uma possibilidade de abordagem integral do espaço urbano. (Moysés, 2005; Kasper, 2000).

O pensamento sistêmico surge como um novo paradigma frente ao mundo que estava cada vez mais complexo devido à globalização acelerada. Observou-se mudanças na organização social e o surgimento de problemas que estavam intimamente interconectados, não podendo ser resolvidos de maneira tradicional, mecanicista e fragmentada, ou seja, demandas que a ciência não conseguia mais resolver. Era preciso um olhar para o todo, para as conexões dos diversos problemas. Assim, nos anos 40 surge a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), proposta pelo biólogo húngaro Ludwig Von Bertalanffy, que reconhece que os problemas e fenômenos do mundo são imprevisíveis, indetermináveis, incontrolláveis e não podem ser reduzidos a fórmulas simples por serem muito complexos. Assume-se a teoria de que em todos os campos da ciência humana é possível identificar a existência de sistemas (um complexo de elementos em estado de interação) e que há relação entre seus elementos, pressupondo que os fenômenos devem ser vistos como partes de um todo e não isoladamente (Vasconcellos, 2018; Andrade, 2014; Gomes *et al*, 2014).

Conforme Oliveira e Portela (2006), cada sistema “é composto por subsistemas ou componentes e está integrado num macrossistema”, sendo o “todo” superior à soma das partes que o compõe. Um sistema é alterado conforme a dinâmica do meio, sofrendo alterações constantes e, podendo ou não, alcançar o equilíbrio (Oliveira; Portela, 2006, p. 168). O pensamento sistêmico se apresenta na contemporaneidade enquanto um método passível de ser aplicado em várias disciplinas humanas. Esse pensamento consiste, em suma, em uma contextualização ampla dos fenômenos, reconhecendo a existência de complexidade, instabilidade e intersubjetividade do sistema.

Quanto ao fenômeno do espraiamento urbano – uma das temáticas centrais dessa pesquisa – esse pode ser entendido enquanto uma das dinâmicas urbanas que compõem o sistema da cidade e altera as outras dinâmicas existentes. Trata-se de um processo que está em constante transformação e possui relações sistemáticas entre os outros campos urbanos. As análises que são realizadas sobre o espraiamento urbano são geralmente desarticuladas de outras questões urbanas relevantes – elucidando a pertinência de se obter um pensamento do tipo sistêmico para tal temática. Muitos trabalhos internacionais e nacionais pesquisam o espraiamento urbano na perspectiva de dinâmica urbana e listam seus impactos a níveis sociais, econômicos e ambientais. Em uma pesquisa de estado da arte do tema pode-se elucidar tais análises.

Os estudos internacionais dos impactos do espraiamento urbano realizados por Galster *et al* (2001), TCRP (2002) e Litman (2016) são considerados os mais populares e importantes sobre o assunto. Esses apontam que os impactos do crescimento espraiado afetam principalmente os recursos ambientais, as infraestruturas urbanas, a economia governamental e elevam os custos pessoais. Outros estudos como Floater e Rode (2014) orientam as formas de lidar com o espraiamento urbano visando diminuir seus impactos, assim há o desenvolvimento de um direcionamento para o crescimento urbano que orientam as escalas de governança, política e finanças do território.

Em âmbito nacional, o espraiamento também tem sido amplamente discutido. Ojima (2007), Passos *et al* (2012), Nadalin e Iglioni (2015), Pires (2018), Pereira e Pereira (2021) são alguns dos autores que exploram os impactos do crescimento urbano difuso para as metrópoles brasileiras. Nesses trabalhos são elencados os problemas relativos a esse tipo de expansão, há a mensuração do espraiamento e ainda são pontuadas algumas perspectivas futuras para um crescimento urbano compacto e coerente. Em outra pesquisa como a de Weiss (2016) há a construção de um modelo espacial baseado na ecologia da paisagem para identificar os novos padrões de crescimento urbano, sobretudo para compreender o padrão do espraiamento urbano e orientar seus impactos.

A partir de tais autores, nota-se que a essência dos problemas relativos à temática da urbanização dispersa está, primeiro, na dificuldade de compreender tal fenômeno e, segundo, na implantação de um direcionamento mais assertivo na mitigação das suas consequências urbanas. Nessa perspectiva, a discussão sobre ordenamento territorial e desenvolvimento urbano integrado auxiliaria no planejamento das cidades visando a resolução de problemas por meio de uma previsão coordenada de ações estratégicas. A Constituição do Brasil determina que o ordenamento territorial das cidades seja feito por meio de “planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (Brasil, 1988).

O Estatuto da Metrópole, instituído pela Lei nº 13.089/2015, enfatiza a importância do planejamento e da gestão integrada nas áreas metropolitanas. Ele propõe a elaboração de planos de desenvolvimento urbano que levem em conta as interdependências entre os municípios, promovendo uma visão holística das necessidades sociais, econômicas e ambientais. Além disso, o Estatuto incentiva a cooperação entre diferentes níveis de governo e municípios para enfrentar desafios comuns, como transporte, habitação e

infraestrutura. A sustentabilidade urbana é uma prioridade, buscando um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. A Lei ressalta ainda a importância da participação da sociedade civil nos processos de planejamento e gestão, garantindo que as vozes da população sejam ouvidas e consideradas nas decisões sobre o desenvolvimento metropolitano.

O desenvolvimento urbano integrado – a outra temática central dessa pesquisa – quando alinhado com o ordenamento territorial, determina a necessidade de pensar o espaço e alinhar as políticas públicas visando o desenvolvimento territorial estratégico e os projetos estruturantes da região metropolitana e aglomerações urbanas. Entende-se como um esforço coletivo de se realizar políticas públicas integradas vistas que, isoladamente, sejam inviáveis por causarem impacto em cidades limítrofes (Lima, 2020). Assim, nota-se que há uma inter-relação desses termos com os conceitos de centralidade e redes urbanas, configurando uma discussão ampla e multidisciplinar no campo do planejamento urbano e metropolitano.

O planejamento urbano no Brasil frequentemente se caracteriza por sua desarticulação, evidenciada em grandes cidades e metrópoles nacionais. Nesses contextos, as políticas públicas são muitas vezes isoladas e fragmentadas, resultando em um planejamento metropolitano que não considera as interconexões entre os municípios. Essa falta de articulação leva a uma gestão inefetiva dos recursos, perpetuando problemas sociais como a desigualdade, a violência urbana e a precarização dos serviços públicos.

Além disso, a ausência de uma governança metropolitana consolidada agrava ainda mais a situação. Sem estruturas adequadas para a coordenação entre diferentes esferas de governo, as iniciativas de planejamento se tornam pontuais e reativas, em vez de estratégicas e proativas. Isso se reflete em sérios problemas econômicos e ambientais, como a degradação urbana e a mobilidade precária, que afetam diretamente a qualidade de vida dos habitantes.

Logo, o ineditismo dessa pesquisa se faz necessário ser pontuado e eis, portanto, que o pensamento sistêmico entra em cena. Seria possível aplicar um método sistêmico para investigação dos impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas e metropolitanas? A partir disso, seria possível elaborar diretrizes e modelos espaciais sistêmicos para atenuar os problemas do espraiamento a nível metropolitano? E se esse

método permitisse a aplicação em outras regiões metropolitanas brasileiras? Destarte, tem-se nesse trabalho: i) aplicação de um método sistêmico para investigar os impactos do espraiamento na Região Metropolitana de Goiânia; e ii) elaboração de diretrizes e cenários para promover o desenvolvimento urbano integrado da RMG. Tal esforço se constitui como algo instigante e fértil na agenda de pesquisas sobre espraiamento urbano e desenvolvimento urbano integrado.

Com efeitos sobre as temáticas do espraiamento urbano, dinâmicas urbanas e pensamento sistêmico, as questões levantadas serão investigadas nessa pesquisa em um estudo de caso metropolitano. Elenca-se a Região Metropolitana de Goiânia (RMG) para tal pesquisa devido esse território apresentar aspectos que possibilitam explorar as temáticas até aqui expostas. Essa região se situa em Goiás e possui 21 municípios¹ em sua composição, sendo Goiânia a sua metrópole e polo territorial. Desde o surgimento de Goiânia como a nova capital de Goiás em 1933, houve um aumento progressivo dos habitantes e a população de Goiânia superou as expectativas dos planejadores com a rápida urbanização da cidade e o frágil controle do uso do solo. Na década de 1990, Goiânia já apresentava um espaço urbano-metropolitano de expressiva extensão, consolidando a cidade enquanto uma metrópole regional (Rodrigues, 2006; IBGE, 2020).

O planejamento urbano de Goiânia requer um questionamento crítico. Há uma grande produção de ambientes desiguais com consequências sociais e ambientais. No decorrer da evolução do espaço urbano, o padrão de organização da metrópole de Goiânia configurou o tradicional modelo dicotômico de centro/periferia. Nessas áreas de fronteiras da expansão urbana da metrópole, muitas pessoas são destituídas dos serviços e dinâmicas típicas da vida urbana como trabalho, transporte, educação e saúde. Isso elucida a formação de Goiânia enquanto uma metrópole polarizada e heterogênea.

¹ Municípios da Região Metropolitana de Goiânia: Goiânia, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldasinha, Caturai, Goianópolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santa Bárbara de Goiás, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Terezópolis de Goiás e Trindade (GOIÁS, 2019).

I. PROBLEMÁTICA DA INVESTIGAÇÃO

Estudar as cidades demanda alta complexidade de interpretação. Segundo Ferreira (2011), trata-se da maior, mais contraditória e mais complexa estrutura feita pelo homem. Por serem compostas por inúmeros atores e atividades, conforme as cidades vão se expandindo, os desafios inerentes à organização do território vão se intensificando nos mais diversos campos e atividades urbanas.

Dentro da problemática de compreensão das cidades, o espraiamento urbano é algo onipresente e em contínua expansão (Glaeser; Kahn, 2003). Levando em conta que seus impactos interferem diretamente na dinâmica das redes urbanas regionais, torna-se essencial certas análises de avaliação desse fenômeno, principalmente para o direcionamento das futuras decisões de planejamento urbano – o que concerne ao desenvolvimento urbano integrado.

Percebe-se que o espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia – e de outras regiões brasileiras – direciona a configuração de um território mononucleado e repleto de impactos. São formadas cidades cada vez mais distantes, dispersas e desconectadas. Em contrapartida, na perspectiva da construção de um desenvolvimento urbano integrado para as RM brasileiras, há a necessidade de estímulo à construção de cidades polinucleadas de forma a serem mais compactas, conectadas e coordenadas. Eis um desafio atual e acirante para as discussões de planejamento urbano.

A partir da contextualização da problemática, a pesquisa se fundamenta nos seguintes questionamentos: *Quais os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia? Como promover o desenvolvimento urbano integrado nesse território?*

II. HIPÓTESE

A hipótese que norteia essa pesquisa parte do pressuposto que *o espraiamento urbano leva à configuração de uma região dispersa, desconectada e mononucleada e somente a partir de uma região coordenada, conectada e polinucleada seria possível promover um desenvolvimento regional integrado metropolitano.*

Ao passo que a produção do espaço urbano disperso de uma cidade repercute intensamente nos municípios vizinhos e impacta as dinâmicas urbanas dos territórios, há uma crescente necessidade de se promover o desenvolvimento urbano integrado das regiões metropolitanas brasileiras – assim como na Região Metropolitana de Goiânia – haja vista que, construindo uma grande rede urbana coordenada com uma política conjunta entre as cidades torna-se possível definir estratégias gerais de administração e planejamento da metrópole. Integra-se a organização, o planejamento e a execução das funções públicas de interesses comuns dos municípios da RM.

III. JUSTIFICATIVA

A proposta de escopo para essa pesquisa parte de várias inquietações que surgiram nos estudos realizados nessa temática ao longo dos dois anos de mestrado (Naciff, 2020). O espraiamento urbano é um tema recorrente na atualidade e possui extrema relevância para as discussões do urbanismo global. Seus impactos – de ordem social, ambiental e econômica – demandam sérias tomadas de decisões no planejamento urbano dos municípios.

Apesar de muitas metrópoles brasileiras apresentarem indícios desse fenômeno, muito ainda precisa ser estudado devido aos inúmeros impactos e problemas gerados. Dessa forma, a pesquisa busca ser uma contribuição metodológica para tal demanda. Quanto à decisão de eleger a Região Metropolitana de Goiânia como objeto de estudo, essa partiu do pressuposto da incipiência de dados e diagnósticos concisos para essa área. Esse território ilustra, claramente, a formação de uma estrutura urbana fragmentada repleto de problemas a serem ainda solucionados.

Dentro dessa perspectiva, buscando mitigar os impactos do espraiamento urbano, o conceito de desenvolvimento urbano integrado é trabalhado. Permite-se, dessa forma, estabelecer as diretrizes, projetos e ações de planejamento e gestão do território metropolitano. Em meio às necessidades atuais de estudos urbanos mais abrangentes, esse conceito surge orientando uma observação do “todo”, uma visão integrada de território metropolitano.

Busca, dessa forma, o desenvolvimento de diretrizes espaciais que serão modeladas a partir do desenvolvimento sistêmico proposto para o planejamento integrado. Cogitar um cenário para o padrão de organização espacial da RMG pressupõe realizar projeções ao transcurso dos problemas relacionados ao fenômeno do espraiamento tendo em vista que é do escopo do planejamento a gestão e a concepção antecipada de planos e estratégias objetivando uma possível agenda para mudanças dos territórios metropolitanos. Percebe-se, no cenário atual da RMG e, torna-se desejável, desenvolver projeções espaciais para criar um cenário de mudanças visando o desenvolvimento urbano integrado – a modelagem de cenários auxiliará para testar a hipótese proposta para essa pesquisa.

A pesquisa visa o avanço de análises e reflexões críticas do assunto, contribuindo para futuras tomadas de decisões no planejamento urbano de Goiânia e de outras regiões metropolitanas através da construção de diretrizes e mapeamento de ações para promover o desenvolvimento urbano integrado.

IV. OBJETIVOS DA PESQUISA

A pesquisa tem por objetivo geral: i) identificar e analisar os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia; ii) desenvolver cenários de ordenamento territorial voltados ao planejamento metropolitano. Visando atingir tal intento, inserem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Desenvolver um procedimento metodológico sistêmico para análises urbanas;
- b) Aplicar o método desenvolvido para identificar e analisar os impactos do espraiamento nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia;
- c) Sugerir diretrizes e mapear ações para a política pública que favoreçam o desenvolvimento urbano integrado da RMG.

V. METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, exploratória, descritiva e baseada principalmente em análises quali-quantitativas. O método científico é o hipotético-dedutivo, consistindo na construção de uma hipótese que foi testada e avaliada se houve a comprovação ou

refutação dessa suposição. A construção de um trabalho por meio desse método consiste em perceber e explorar problemas no conhecimento prévio ou em teorias existentes. A partir disso, são formuladas hipóteses a serem testadas através experimentação ou análise de estatísticas. Por fim, os resultados são avaliados e as hipóteses previamente elaboradas são comprovadas ou refutadas (Diniz, 2015).

Visando atingir ao objetivo geral desse trabalho, a abordagem sistêmica foi a base teórica norteadora da pesquisa. Assim sendo, a cidade e o espraiamento urbano foram observados enquanto sistemas, sendo constituídos por elementos que possuem relações, objetivos e afetam um meio. Silva (2011, p. 10) discorre que “não basta descrever as diversas partes que o compõe, mas que também é necessário investigar as interações entre essas partes e as interações entre o fenômeno e o universo que o rodeia”. Para tal configuração, foi construída uma visão ampla do tema em estudo, onde o espraiamento urbano foi estudado como um todo, mas também foram analisadas suas interações com as dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia.

A metodologia adotada nessa pesquisa tem por base a Teoria Geral dos Sistemas e se desenvolve a partir de uma exploração quali-quantitativa voltada ao objeto de estudo. Adota-se o uso da abordagem sistêmica aplicada ao planejamento urbano através do uso de análises espaciais georreferenciadas. Objetivando a construção de um procedimento metodológico sistêmico, buscou-se gerar modelos de simulação para as dinâmicas urbanas, oferecendo meios explícitos de exploração e percepção dos impactos do espraiamento, além da elaboração de estratégias alternativas para o desenvolvimento do ambiente urbano. Os modelos dinâmicos em SIG (Sistema de Informações Geográficas) permitem realizar a simulação numérica de processos do ambiente real a partir da localização na superfície terrestre (Almeida *et al*, 2003).

Para atingir ao objetivo geral dessa pesquisa, a proposta de desenvolvimento desse trabalho consiste na estruturação do estudo em duas etapas: I) Definindo a cena e II) Ordenando a cena (TCRP, 2002). Dessa forma, a primeira parte contempla o contexto histórico do espraiamento e da expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia; e ainda as análises das dinâmicas territoriais da RMG e mensurados os impactos do espraiamento urbano nesse território. A partir disso, a segunda parte tem a proposta de mitigar os impactos do espraiamento observados anteriormente a partir de dois capítulos: o primeiro visa os aspectos teóricos sobre o desenvolvimento urbano integrado e

ordenamento territorial juntamente com o diagnóstico do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDIRMG) e; o segundo capítulo busca a construção de diretrizes e cenários visando o mapeamento de ações para favorecer o desenvolvimento urbano integrado na RMG.

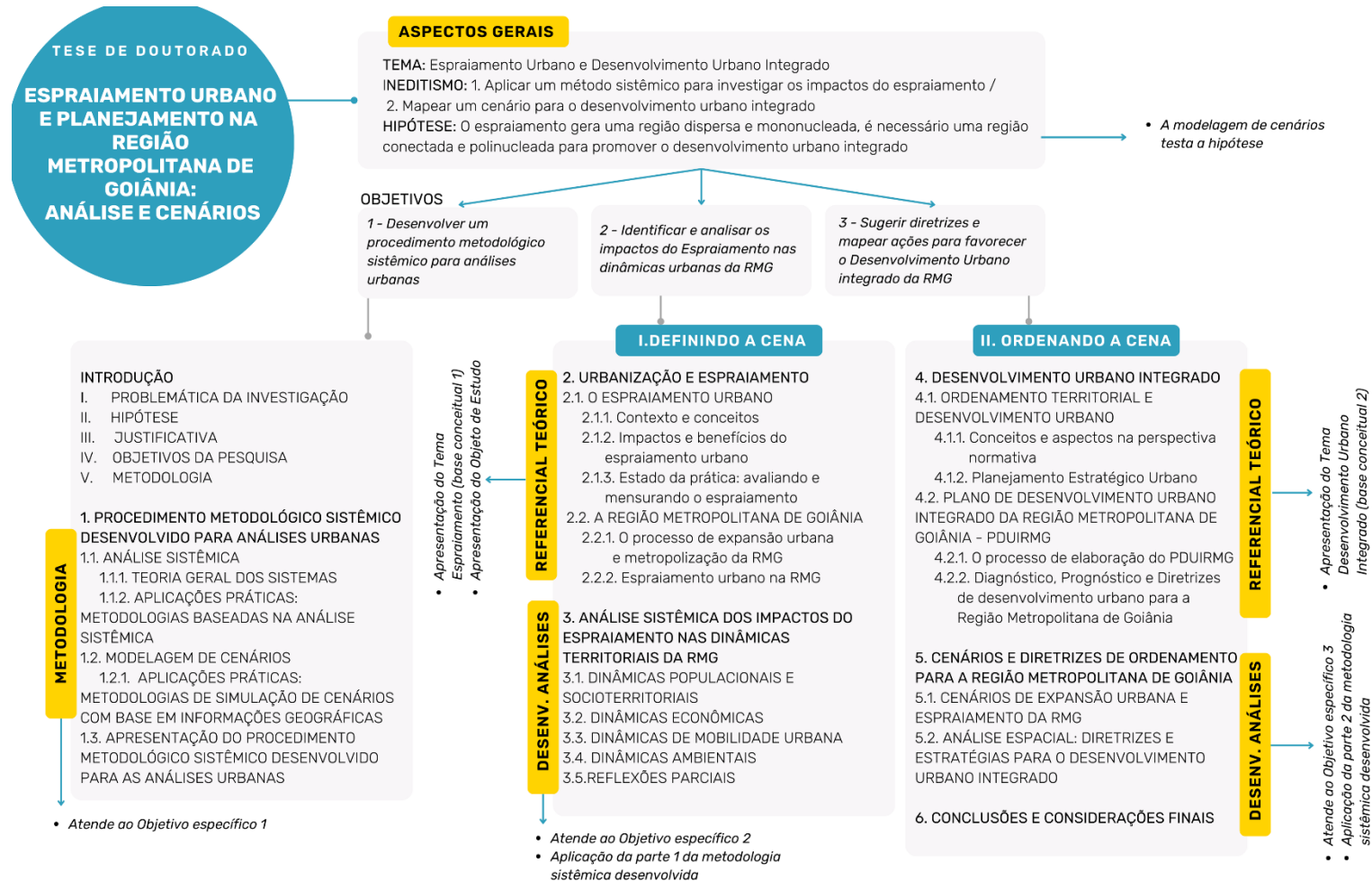
A sistematização dos procedimentos metodológicos em cada dimensão de estudo se encontra estruturada no Quadro 1, permitindo que a metodologia adotada nessa pesquisa seja compreendida mais facilmente. Quanto à estruturação dos capítulos e organização dos conteúdos, na Figura 1 apresenta-se o mapa mental dessa pesquisa.

Quadro 1 – Sistematização dos procedimentos a serem aplicados às dimensões de estudo e aos componentes temáticos

DIMENSÕES DE ESTUDO		COMPONENTES TEMÁTICOS	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS
1ª PARTE	DEFININDO A CENA	URBANIZAÇÃO E ESPRAIAMENTO URBANO	- PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL - DADOS EM BASES OFICIAIS
		EXPANSÃO URBANA, METROPOLIZAÇÃO E ESPRAIAMENTO DA RMG	
		ANÁLISE DOS IMPACTOS DO ESPRAIAMENTO NAS DINÂMICAS TERRITORIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA	- DADOS EM BASES OFICIAIS - CÁLCULO DE INDICADORES - MAPAS COM DADOS GEORREFERENCIADOS
2ª PARTE	ORDENANDO A CENA	ORDENAMENTO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO URBANO	- PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL - DADOS EM BASES OFICIAIS
		PLANO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO DA RMG	
		DIRETRIZES E CENÁRIOS DE ORDENAMENTO PARA A RMG	- MAPAS COM DADOS GEORREFERENCIADOS

Elaboração: Própria autora (2024).

Figura 1– Diagrama da estruturação dos capítulos e organização dos conteúdos (mapa mental) da pesquisa.



Elaboração: Própria autora (2024).

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SISTÊMICO DESENVOLVIDO PARA ANÁLISES URBANAS



CAPÍTULO 1 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SISTÊMICO DESENVOLVIDO PARA ANÁLISES URBANAS

O primeiro capítulo da pesquisa atende à proposta de construir um procedimento metodológico sistêmico para as análises urbanas. Dessa forma, primeiramente são apresentados os aspectos teóricos sobre a análise sistêmica, Teoria Geral dos Sistemas e o estado da prática de metodologias baseadas na análise sistêmica. De maneira conseguinte, introduz-se a aparato teórico e prático sobre a modelagem de cenários e as metodologias de simulação de cenários com base em informações geográficas. Por fim, apresenta-se o procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas com o intuito de ser aplicado na parte I e II dessa pesquisa.

1.1. ANÁLISE SISTÊMICA

A análise sistêmica retrata uma proposta de compreender a realidade objetiva através da transcendência das fronteiras cartesianas e reducionistas. Apresentada como um novo paradigma, acredita-se que há um estado de inter-relação e interdependências em todos os fenômenos (Vieira *et al*, 2013). A análise sistêmica tem seus precursores históricos no Pensamento Sistêmico, iniciado nos séculos XVI e XVII com a revolução científica proveniente das descobertas da Física, Astronomia e Matemática. Um dos símbolos dessa revolução foi o método analítico, criado por Descartes que consistia no pressuposto de que, ao fragmentar os fenômenos complexos em partes, seria possível compreender o comportamento do todo pelas propriedades das partes (Gomes *et al*, 2014).

O paradigma cartesiano é mais linear na solução dos problemas, acreditando que há soluções únicas e que essas não afetarão a organização do todo – afetarão somente a área do problema. Por outro lado, o paradigma sistêmico vem para ampliar essa percepção. Trata-se de uma abordagem que entende os problemas de modo complexo, as partes sempre afetando o todo (Aguiar *et al*, 2015). Essa perspectiva foi ganhando força através do aperfeiçoamento das técnicas e teorias nos campos da química e biologia, em que cada vez mais a natureza foi sendo definida como uma forma móvel que “seguiria um padrão de relações dentro de um grande todo organizado e harmonioso” (Gomes *et al*, 2014, p.5).

As novidades tecnológicas dos conhecimentos passaram a ser desenvolvidas em um ritmo acelerado em decorrência da globalização. Em um mundo excessivamente complexo, as ciências apresentam dificuldades de oferecer respostas às várias demandas

instaladas, exigindo novos paradigmas para acompanhar a vida no terceiro milênio. A exemplo dessa constatação, no século XIX, a crença da estabilidade dinâmica começou a ser questionada por alguns desenvolvimentos da física que incluíram noções de probabilidade e irreversibilidade – culminando na formulação da segunda lei da termodinâmica ou lei da entropia (Vasconcellos, 2018).

Kasper (2000, p.3) aponta que o movimento sistêmico começou a se consolidar não somente pelas novas percepções da natureza em razão dos desdobramentos na ciência, mas também por outras duas mudanças fundamentais da sociedade industrial: “os desenvolvimentos tecnológicos impulsionados pela Segunda Guerra Mundial” e a “necessidade de administrar estruturas organizacionais cada vez mais complexas”. Assim, enquanto o pensamento tradicional focalizava na análise das partes, o pensamento sistêmico passou a objetivar a obtenção de sínteses através das interações entre as partes em uma existência de um todo.

Havia, dessa forma, uma dificuldade no tratamento de problemas em dimensões globais, sobretudo nos impasses relativos às tentativas de interconexão dos problemas globais, seja no nível de sociedade ou no nível do indivíduo. A realidade, cada vez mais complexa e imprevisível, desvinculava o ser humano em relação à natureza quando observada em uma abordagem analítica (Vieira *et al*, 2013). Eis que a análise sistêmica surge para oferecer uma contribuição triunfante na abordagem da relação sociedade-natureza-indivíduo.

A base conceitual da análise sistêmica, explorada nessa pesquisa, é resgatada segundo alguns autores que estudaram essa nova abordagem como: Ludwig Von Bertalanffy (2015), Henrique Rattner (1976), Humberto Kasper (2000), Fernando Motta (1971), Alfredo Neto e Maria Silene Leite (2010), Maria José Vasconcellos (2018), dentre outros.

Ludwig Von Bertalanffy (2015), um dos precursores do movimento sistêmico e fundador da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), define a teoria como uma investigação científica de conjuntos e totalidades – conceituando os sistemas como “conjuntos de elementos em interação”. Motta (1971) resume os principais propósitos de Bertalanffy em alguns pontos importantes, ressaltando que há uma tendência para a integração nas várias ciências naturais e sociais que parece orientar-se para uma teoria dos sistemas. Essa teoria aproxima-se do objetivo da unidade da ciência, desenvolve princípios unificadores

e pode ser um meio importante de objetivar os campos não-físicos do conhecimento científico, especialmente nas ciências sociais.

Rattner (1976) expõe que a visão de mundo como um sistema é algo que foi implantado em nossa mente evolucionista. A aplicação dessa teoria tem seus fundamentos em uma analogia entre a vida orgânica e a social, preocupando essencialmente com as relações e a interdependência das partes do sistema. O autor ressalta que a manutenção do equilíbrio do sistema ocorre por meio de mecanismos de retroalimentação que resgata e protege os padrões de operacionalidade do conjunto. Assim, as condições operacionais de análise sistêmica sempre serão de ordem complexa.

A retroação ou feedback do sistema, conforme Neto e Leite (2010, p.6), consiste, em síntese, em um fenômeno que altera a dinâmica do sistema a fim de manter o “controle do sistema no sentido de atingir seus objetivos”. Kasper (2000) complementa que o princípio básico de organização de entidades complexas é baseado na combinação de interações sensitivas e ativas em laços de retroação, o que foi definido enquanto “complexidade organizada” nos primeiros anos do movimento sistêmico.

Retratado como o novo paradigma da ciência, o pensamento sistêmico realizou uma enorme amplitude dos desenvolvimentos contemporâneos da ciência tradicional. Vasconcellos (2018) distingue esses avanços em três dimensões ou pressupostos epistemológicos: complexidade, instabilidade e intersubjetividade – que em conjunto constituem uma visão de mundo sistêmica. Trata-se de evoluções do paradigma tradicional nas dimensões da simplicidade, estabilidade e objetividade, respectivamente:

a) Da simplicidade para a complexidade: os problemas não podem ser reduzidos a fórmulas simples pois apresentam um número muito grande de elementos com uma enorme quantidade de interações.

b) Da estabilidade para a instabilidade: os fenômenos são imprevisíveis, indetermináveis e incontroláveis, o que rompe com a ideia da ordenação e estabilidade do mundo.

c) Da objetividade para a intersubjetividade: reconhece a impossibilidade de um conhecimento objetivo do mundo, tendo em vista que o próprio ato de observação influencia na maneira de apreender a realidade – princípio da incerteza.

As diferentes ciências apresentaram dificuldades com as três dimensões – ou pressupostos epistemológicos – do paradigma tradicional, apontadas por Vasconcellos (2018). Pelas ciências físicas, os três pressupostos (simplicidade, estabilidade e objetividade) eram seguros de lidar. Para as ciências biológicas, havia dificuldade em lidar com as dimensões da simplicidade e estabilidade. Quanto às ciências humanas, as três dimensões eram difíceis de lidar, especialmente o pressuposto da objetividade.

A dimensão da complexidade é uma das mais relevantes na nova abordagem emergente, contudo “não é a complexidade que é nova, mas é o seu reconhecimento pela ciência que é muito recente” (Vasconcellos, 2018, p. 104). Dessa forma, falar em complexidade deixou de ser uma justificativa da insuficiência de explicações e passou a ser uma nova forma de estudo e pesquisa, em uma ordem sistêmica de observação e análise dos objetos. Vasconcellos (2018, p. 110) traduz a complexidade como “um número muito grande de unidades, com uma enorme quantidade de interações. Apontam que os sistemas complexos possuem comportamentos “desordenados, caóticos, emaranhados, de difícil previsão, (...) instáveis, desobedientes”.

A complexidade passou a ser considerada um pressuposto interdisciplinar, não exclusivo dos fenômenos biológicos ou sociais – como eram considerados – mas, sobretudo, dos fenômenos físicos através das evoluções da dinâmica dos astros e átomos. A complexidade é instaurada haja vista que as soluções empregadas para os problemas complexos não afetam somente uma parte da organização, mas também afeta o todo. Dessa forma, o foco do problema nunca é singular, mas global e inter-relacionado, com uma pluralidade de soluções e caminhos para se seguir (Aguiar *et al*, 2015).

A análise sistêmica permitiu respostas aos novos problemas, recontextualizou modelos e estruturas de valores vistos como fundamentais. Nas novidades da globalização acelerada – que impactaram fortemente a organização social e a forma humana de estar no mundo – os problemas passaram a serem vistos de maneira interconectada, impossibilitados de serem resolvidos de maneira tradicional, mecanicista e fragmentada.

Uma das dificuldades de aceitação da análise sistêmica era o receio de focar nas relações, perder a importância dos elementos individuais. Mas eles continuam sendo muito importantes. Trata-se de uma contextualização do objeto dentro do contexto, ou seja, é vê-lo existindo dentro do sistema. Além disso, se torna possível focar nas

interligações e ver o sistema interagindo com outros sistemas – uma rede de padrões interconectados (Vasconcellos, 2018).

O pensar o objeto em contexto, ou em sistemas, expande o foco para as múltiplas interações e retroações em uma “causalidade circular retroativa” – oposto à causalidade linear de causa e efeito. A Cibernética (teoria dos sistemas em vertente mecanicista) colocou em foco essa noção de *feedback* ou retroalimentação do sistema. Assim, parte do resultado do comportamento do sistema volta à entrada do sistema como informação e influi sobre o comportamento subsequente. Outra teoria abordada com o princípio da auto-organização é a Teoria da Autopoiese de Maturana e Varela. Nos sistemas autopoieticos, a cada alteração no ambiente, corresponde a uma alteração na estrutura do sistema vivo de forma espontânea e se a estrutura não mudar, isso significará a sua morte (Bertalanffy, 2015; Vasconcellos, 2018).

O processo do pensar sistêmico a partir de 1920, tinha a tendência de negar a fragmentação, buscando a totalidade dos fenômenos e reconhecendo que o todo seria maior do que a soma das partes – princípio central da Teoria Sistêmica. Mais tarde, em 1940, Ludwig Von Bertalanffy apresenta a Teoria Geral dos Sistemas (tendência organicista ou natureza viva) e o matemático norte-americano Norbert Wiener lança a Teoria Cibernética (tendência mecanicista ou natureza inanimada). São duas teorias sistêmicas que tiveram desenvolvimentos paralelos ao longo do século XX, no entanto, Bertalanffy considera que a Teoria Geral dos Sistemas é mais ampla que a Cibernética e recusa qualquer identificação entre as duas (Gomes *et al*, 2014; Vasconcellos, 2018).

A Teoria Cibernética tem associação com os sistemas artificiais, ou máquinas, e a Teoria Geral dos Sistemas se associa com os sistemas naturais, biológicos e sociais. Nessa pesquisa, a abordagem sistêmica utilizada para análises urbanas possui a Teoria Geral dos Sistemas como base teórico-conceitual, a partir de então, o termo “análise sistêmica” se relaciona diretamente com a Teoria Geral dos Sistemas, tendo em vista que a Teoria Cibernética não será abordada.

1.1.1. Teoria Geral dos Sistemas

Ludwig Von Bertalanffy, mais do que um mero biólogo, foi um cientista preocupado com questões interdisciplinares. Já em 1920, inquieto com muitas lacunas na biologia que a ciência tradicional não conseguia resolver, inicia seus estudos sobre os sistemas em um

viés organicista. Havia uma necessidade de suprir demandas do esquema mecanicista que tinha o enfoque em séries causais isoláveis, insuficientes para atender aos problemas teóricos, sobretudo nas ciências biossociais e tecnológicas. Assim, após muitas pesquisas, na década de 1940 desenvolve os princípios da teoria sistêmica e publica o seu livro *Teoria Geral dos Sistemas* em 1968 – considerado um dos primeiros arcabouços teóricos sobre sistemas – apresentando a TGS como disciplina formal, aplicável a várias ciências empíricas que transcendia fronteiras disciplinares (Bertalanffy, 2015; Vasconcellos, 2018).

A Teoria Geral dos Sistemas é constituída de conceitos aplicáveis a fenômenos materiais e não-materiais, sempre orientados à totalidade – representando um esforço para a síntese do conhecimento sem eliminar as diferenças. Trata-se de uma teoria que, em sua essência, não busca soluções práticas, mas conduz e direciona conceitos que possam criar condições de aplicação na realidade empírica em diversas áreas do conhecimento. Assim, a pesquisa dos sistemas permite fornecer a base de uma estrutura que valorize as complexidades e propriedades dinâmicas do sistema sociocultural (Vieira *et al*, 2013; Vasconcellos, 2018; Bertalanffy, 2015).

Observou-se que nas ciências sociais, nos fenômenos biológicos e nos estudos comportamentais, havia a possibilidade de resolução de problemas via modelos e expressões matemáticas. Dessa forma, tornou-se aparente a existência de uma semelhança estrutural – o isomorfismo – em diferentes disciplinas que exibiam problemas de “ordem, organização, totalidade (...) que eram excluídos dos programas da ciência mecanicista”. Assim, a ideia de uma Teoria Geral dos Sistemas foi se consolidando permitindo o entendimento de problemas de natureza mais geral, contrários aos problemas analíticos e somatórios da ciência clássica (Bertalanffy, 2015, p. 33).

Definida como uma disciplina lógico-matemática orientada para a totalidade, a TGS possui cinco propósitos básicos voltados para os sistemas em geral – aplicáveis a diversas ciências empíricas que tratam do “todo organizado” – definidos por Bertalanffy (2015, p. 63) conforme Figura 2.

Figura 2 – Propósitos da Teoria Geral dos Sistemas



Fonte: Elaboração pela autora com base em Bertalanffy (2015).

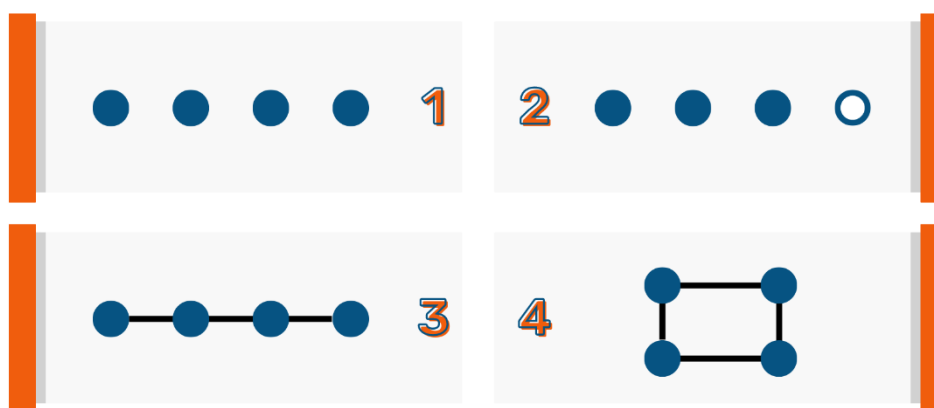
Os sistemas são definidos como “complexos de elementos em interação”; “conjunto de componentes em estado de interação” ou “complexidade organizada com fortes interações”. A existência de interações não triviais ou não lineares é o que constitui o sistema como entidade ou totalidade. Assim, para compreender o comportamento das partes, é indispensável levar em consideração as relações entre elas. Haja vista o que foi exposto, o comportamento do todo sempre será mais complexo que o comportamento das partes, mas, levando em conta que um elemento não exibe todas as suas características em todos os sistemas que faz parte, o todo é considerado menos que a soma das partes (Bertalanffy, 2015; Vieira *et al*, 2013).

Os complexos de “elementos” podem possuir três distinções: de acordo com seu *número*, *espécie* ou de acordo com as *relações* dos seus elementos. A Figura 3 demonstra quatro tipos de sistemas em que, nos casos 1 e 2 possuem características *somativas* – os elementos têm características idênticas dentro do sistema ou fora do sistema, ou seja, mesmas características se conhecidos isoladamente – e, nos casos 3 e 4 possuem características *constitutivas* – os elementos dependem das relações específicas no interior do complexo, ou seja, deve-se conhecer não somente as partes, mas também suas relações.

Assim, as características constitutivas não são explicáveis pelas partes isoladas e o comportamento do sistema deriva do comportamento e relações entre as partes. Assim, falar em sistemas é falar em “todos”, mas também em “unidades” (Bertalanffy, 2015).

Essa conceituação é levada para o método considerando que as dinâmicas urbanas derivam de comportamentos constitutivos, ou seja, as relações que ocorrem dentro dos sistemas (principalmente pelos estímulos externos que recebem) influenciam todo o complexo. Dessa forma, deve-se conhecer as partes, mas também as relações das partes com o todo – no caso dessa pesquisa, entender a relação entre cada dinâmica urbana com o macrosistema do espraiamento.

Figura 3 – Características dos sistemas somativos e constitutivos



Fonte: Elaboração pela autora com base em Bertalanffy (2015).

Alguns conceitos são introduzidos por Bertalanffy para explicar a interação entre os elementos em um sistema complexo. O autor retrata a questão da *somatividade* apontando que as características de um complexo podem ser completamente analisadas se reduzidas às análises dos elementos separados. Juntamente com esse conceito, é tratado ainda sobre a *segregação progressiva* quando um sistema sofre uma perturbação e é conduzido a um novo estado de equilíbrio, sendo dividido em cadeias causais individuais que sequelem independentes. Paralelo a essa segregação, quanto menores forem os coeficientes de interação, mais o sistema será do tipo “máquina”, o que é conceituado como *mecanização progressiva*. Se o indivíduo significa indivisível, então o indivíduo é definido como um sistema centralizado, assim, a segregação progressiva conduz à *centralização progressiva* (Bertalanffy, 2015).

A análise sistêmica penetrou em vários campos científicos e tecnológicos, permitindo que o conceito de “sistema” seja definido e desenvolvido de diferentes formas, sempre orientando ao aspecto da noção de centralidade. Assim, a Teoria Geral dos Sistemas é, sobretudo, uma investigação científica de “conjuntos” e “totalidades”, expondo que quando há problemas de “sistemas”, significa problemas de inter-relação de grande número de “variáveis” (Bertalanffy, 2015).

Quanto à sua natureza, Bertalanffy aponta que os sistemas podem ser percebidos como fechados – quando estão notadamente isolados de seu ambiente – ou abertos, quando possuem um fluxo contínuo de entrada e saída de energia e informações. Diferente dos sistemas fechados, os sistemas abertos podem ter seu estado final distinto da maneira inicial pelo processo de intercâmbio infinito com o ambiente, como ocorrem com os sistemas vivos, haja vista que o organismo é um sistema aberto (Vieira *et al*, 2013). Segundo Uhlmann (2002), os sistemas podem ser classificados de formas distintas dependendo da influência do meio e dos fatores que o compõe (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação dos sistemas

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS	
Complexos Organizados	O todo é maior que a soma das partes
Complexos Desorganizados	O todo é menos que a soma das partes
Complexos Neutros	A organização e desorganização se anulam mutuamente
Concretos ou Abstratos	Em relação à ordenação das ideias
Naturais ou Artificiais	Com a presença ou não da ação humana
Abertos ou Fechados	Em relação às trocas de informações com o meio
Estáticos ou Dinâmicos	Se podem ser alterados pelo ambiente

Elaboração: Elaboração pela autora com base em Uhlmann (2002).

É importante ressaltar que a TGS confirma a existência de sistemas dentro de sistemas em uma estrutura hierárquica que é relativa ao observador que os estuda, classificando os sistemas de diferentes formas. A hierarquia é o esteio da Teoria Geral dos Sistemas e é encontrada tanto nas estruturas (ordem das partes) quanto nas funções (ordem dos processos). Destarte, existe um arranjo de modelos de sistemas avançado e complexo com

vários conceitos e características expressos por dinâmicas como “ordem hierárquica, diferenciação progressiva, retroação (...), [que] são largamente aplicáveis aos sistemas materiais, psicológicos e socioculturais” (Bertalanffy, 2015, p. 51). A ordem hierárquica representa um aspecto de organização do sistema – algo estranho ao mundo mecanicista. São características da organização noções como “crescimento, diferenciação, ordem hierárquica, dominância, controle, competição, etc.”. Através da TGS é possível estabelecer um modelo matemático de um sistema organizado (Bertalanffy, 2015, p. 74).

Assim, na Teoria Geral dos Sistemas, os conceitos de macrossistema, sistema e subsistemas são utilizados de maneira hierárquica para entender a organização e a interação entre diferentes níveis de complexidade. Quanto à hierarquia, para essa pesquisa, considera-se: i) o espraiamento enquanto o macrossistema em análise; ii) as dinâmicas urbanas enquanto sistemas; iii) as variáveis de cada dinâmica urbana enquanto subsistemas em interação. O entendimento do macrossistema (espraiamento urbano) só será possível após a compreensão da relação do “todo” com as “partes”, ou seja, do espraiamento com cada dinâmica urbana. As definições adotadas nesse estudo são:

- a) Macrossistema: refere-se ao nível mais amplo de análise, que abrange todos os sistemas e subsistemas inter-relacionados em um determinado contexto. O macrossistema considera as influências externas e as interações entre múltiplos sistemas, como fatores sociais, econômicos e ambientais. É o ambiente global, resultado da interação dos outros sistemas. *Nessa pesquisa, o macrossistema é o espraiamento urbano.*
- b) Sistema: é uma entidade que consiste em partes interconectadas que trabalham juntas para alcançar um objetivo comum. Os sistemas têm limites definidos e podem ser estudados em um nível específico. Um sistema é caracterizado por sua estrutura, funções e processos, além de influenciar e ser influenciado pelo macrossistema. *Nessa pesquisa, os sistemas são as dinâmicas territoriais (populacionais, econômicas, de mobilidade e ambientais).*
- c) Subsistemas: são as partes menores dentro de um sistema que desempenham funções específicas e contribuem para o funcionamento do todo. Cada subsistema pode operar de forma semi-autônoma, mas ainda está interligado com outros subsistemas e com o sistema maior. *Nessa pesquisa, os subsistemas são as*

variáveis e temáticas analisadas para compreensão dos sistemas, ou seja, para a compreensão de cada dinâmica territorial.

Esses níveis hierárquicos ajudam a descrever a complexidade e a dinâmica das interações entre diferentes entidades, permitindo uma compreensão mais profunda dos processos e fenômenos em estudo.

A aplicação da Teoria Geral dos Sistemas atinge a maioria dos campos científicos: biologia, física, psicologia, administração, urbanismo, ciências sociais, dentre muitos outros. Como exemplo dessa aplicação prática e gerencial, Bertalanffy (2015) exemplifica a observação da TGS no tráfego aéreo e no tráfego de carros, evidenciando que esses campos formam sistemas que devem ser planejados e organizados. O autor aponta que, a partir do enfoque sistêmico, examinam-se soluções possíveis que prometam uma máxima eficiência e um mínimo de custo em uma rede complexa de interações como ocorrem nos tráfegos aéreos e automobilísticos.

Dessa forma, aspiram-se princípios aplicáveis aos sistemas em geral, de qualquer natureza – física, biológica ou sociológica – com leis que operam aos sistemas generalizados em qualquer que seja seu tipo ou forças implicadas. Assume-se a existência de propriedades gerais dos sistemas. À exemplo desse pressuposto, tem-se na história que princípios idênticos foram descobertos várias vezes porque os pesquisadores que trabalhavam em uma disciplina ignoravam as descobertas já desenvolvidas em outros campos. “Organização, totalidade e direção” são conceitos comuns a vários campos do conhecimento que, através da metodologia da TGS, se torna possível submetê-los à análises quantitativas (Bertalanffy, 2015).

Em um estado da prática, esse estudo faz uma investigação de algumas metodologias baseadas na análise sistêmica. Essa exploração fornecerá subsídios para a elaboração e desenvolvimento de um procedimento metodológico sistêmico aplicado às análises urbanas.

1.1.2. Aplicações práticas: metodologias baseadas na análise sistêmica

No século XIX e na primeira metade do século XX, o mundo era concebido como um caos, sendo a vida um resultado accidental de processos físicos. Com o avanço das ciências, passou-se a procurar uma outra concepção ao mundo: *o mundo como*

organização. Essa nova abordagem é marcada pela concepção da Teoria Geral dos Sistemas e, juntamente com ela, a existência de vários enfoques derivados dela como a cibernética, a teoria da informação, teoria dos jogos, das decisões, das filas, dentre outros (Bertalanffy, 2015). Alguns desses diferentes enfoques, ou modelos conceituais, são descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Enfoques e modelos conceituais derivados da Teoria Geral dos Sistemas

COMPUTAÇÃO E SIMULAÇÃO	Conjunto de equações diferenciais simultâneas como meio de modelar ou definir um sistema. Substitui a engenhosidade matemática por procedimentos de rotina através de meios facilitados de solução.
TEORIA DOS COMPARTIMENTOS	O sistema consiste em subunidades com certas condições de fronteiras entre as quais podem ocorrer processos de transporte, assim partes dos sistemas são considerados separadamente devido à alta complexidade.
TEORIA DOS CONJUNTOS	As propriedades formais gerais dos sistemas podem ser axiomatizadas através de fórmulas matemáticas superiores às formulações clássicas da teoria clássica.
TEORIA DOS GRÁFICOS	Quando os problemas dos sistemas se referem a propriedades estruturais ou topológicas e não relações quantitativas. Na matemática, essa teoria se liga à álgebra das matrizes.
TEORIA DAS REDES	Aplica-se aos sistemas como redes nervosas através das teorias dos conjuntos, gráficos e compartimentos.
CIBERNÉTICA	Teoria dos sistemas de controle baseada na comunicação entre o sistema e o meio dentro do sistema, e do controle (retroação) da função dos sistemas com respeito ao ambiente. Utiliza o princípio da retroação ou dos encadeamentos causais circulares, fornecendo mecanismos para a procura de uma meta e o comportamento autocontrolador.
TEORIA DA INFORMAÇÃO	Baseia-se no conceito de informação por uma expressão isomórfica à da entropia negativa da termodinâmica. A informação é usada como medida de organização como quantidade mensurável por uma expressão isomórfica da entropia negativa em física.
TEORIA DOS AUTÔMATOS	Através dos autômatos qualquer processo de qualquer complexidade pode ser simulado por uma máquina se esse processo for capaz de ser expresso em um número finito de operações lógicas.
TEORIA DOS JOGOS	Utilização da moldura matemática por dois ou mais jogadores que maximizam seus ganhos e minimizam suas perdas com a utilização de um sistema de forças antagonistas com especificações.
TEORIA DA DECISÃO	Teoria matemática que trata de escolhas entre alternativas. Analisa-se igualmente as escolhas racionais nas organizações humanas, baseada no exame de determinada situação e de seus possíveis resultados.
TEORIA DA FILA	Otimização de arranjos em condições de aglomeração.

Elaboração: Elaboração pela autora com base em Bertalanffy (2015, p. 42-44; 126-127).

Esses modelos conceituais derivados diretamente da Teoria Geral dos Sistemas comprovam os princípios da unidade da ciência e do avanço no conhecimento. Dessa forma, a TGS permitiu que a própria fosse desenvolvida e aplicável em muitas áreas como “o sistema nervoso, a cognição, a psicologia, a ecologia, a economia, as ciências sociológicas, a organização administrativa, os processos de urbanização, os negócios, o governo (...)” dentre outras (Vasconcellos, 2018, p. 196). Assim, os trabalhos existentes baseados na análise sistêmica são inúmeros e dificilmente poderiam ser todos aqui enumerados. Contudo, haja vista a necessidade latente de elaboração de uma pesquisa de aplicações práticas dessas metodologias desenvolvidas, uma extensa pesquisa foi realizada a fim de compilar, nesse item, quatro metodologias de análise sistêmica com ampla utilização para subsidiar o procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas dessa Tese. Foram selecionadas as metodologias com base na TGS mais aplicadas em quatro áreas do conhecimento: administração, psicologia, urbanismo e pedagogia.

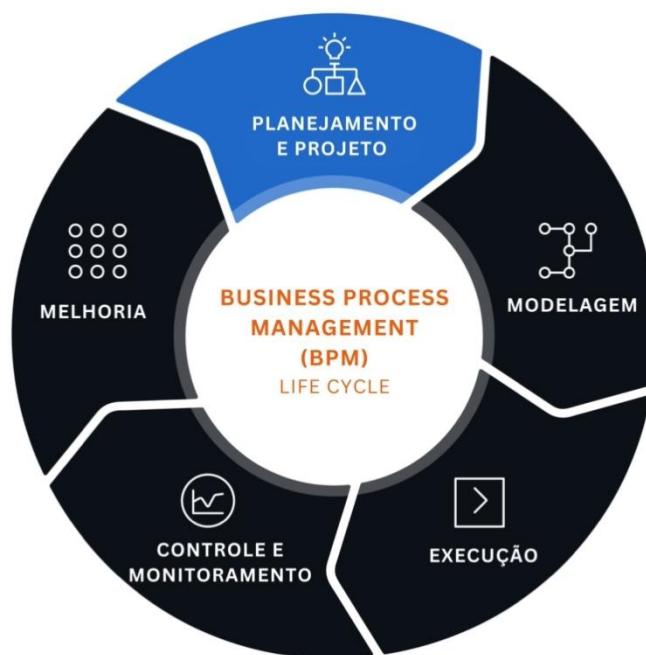
i) Business Process Management (BPM)

No campo da administração, uma importante metodologia sistêmica foi desenvolvida e vem sendo amplamente utilizada no meio acadêmico organizacional: a *gestão por processos* ou Business Process Management (BPM). Almeja-se, com essa metodologia a melhoria da organização de maneira eficiente, respondendo às exigências de mudanças endógenas e exógenas às organizações. Considera-se a empresa como um todo, um sistema que existe por meio da interação constante entre as suas partes – pessoas, departamentos e equipes – e ainda interage com seu ambiente, um todo maior. A BPM é entendida como uma “abordagem sistemática de gestão” por alinhar os processos de negócios com os objetivos estratégicos da empresa e, a partir disso, administrar ciclos de vida de melhorias e otimizações diretas para a operação (Silva, 2012).

A BPM possui cinco ciclos sistêmicos de gestão por processos de negócio: projeto ou planejamento, modelagem, execução, monitoramento e melhoria. O primeiro deles, o planejamento identifica os processos existentes na empresa e se estão em consonância com seus objetivos estratégicos e sua cadeia de valor. A seguir, inicia-se a fase de modelagem para realizar um mapeamento inicial, reconhecer como são feitos e qual a situação atual de cada processo. A terceira fase é a da execução, nessa etapa cria-se um fluxo de trabalho com cronogramas, equipes e responsáveis, e estabelecem-se as metas e

parte para a implementação dos novos processos. A fase monitoramento e controle é responsável para avaliar os resultados através de alguns indicadores escolhidos como gestão do tempo, qualidade, custo e capacidade. Por fim, a etapa de melhoria ou refinamento aprimoram-se possíveis falhas nos processos. A BPM é cíclica e sempre avalia a empresa como um sistema repleto de relações e interações com vários elementos (Sydle, 2023).

Figura 4 – Business Process Management (BPM) Life cycle



Fonte: Adaptado de SYDLE (2023)

ii) Gestalt Terapia

A *Gestalt-terapia* surgiu na década de 1940 com base na análise sistêmica e atingiu várias escalas dentro da prática da psicologia (Almeida, 2010). Essa metodologia consiste em compreender que o indivíduo não percebe as coisas e situações de modo isolado e sem relação, é sempre construído um todo significativo. Há uma compreensão do indivíduo como um ser integral, “o que implica pensar numa vinculação mútua, numa influência e numa retroalimentação entre aspectos emocionais, cognitivos, biológicos, comportamentais, históricos, sociais, culturais, geográficos e espirituais” (Bittencourt; Boing, 2017, p. 60). Assim, a gestalt-terapia envolve atendimentos realizados com o indivíduo, com a família e com o ambiente de estudo e/ou trabalho, ou seja, em todos os

contextos que o indivíduo está inserido. Trata-se de uma concepção de terapia em um todo sistêmico.

A função do Gestalt-terapeuta é, a partir da psicologia sistêmica, identificar todos os elementos que podem ser objeto de intervenção prática. Esses elementos podem ser identificáveis a partir da postura, fala ou entonação do indivíduo que sinaliza em qual ambiente de seu contexto de vida há quesitos a serem trabalhados. O indivíduo é visto como uma “casa” ou “sistema” que abriga manifestações (variáveis) como portas de acesso ao mundo do indivíduo: o sintoma (caminho da explicação); a experiência (caminho da compreensão); e as crenças (caminho do significado). Assim, a gestalt-terapia compreende os fragmentos, mas visualiza sempre o indivíduo como a unidade essencial que o define, ou seja, como um todo completamente integrado (Almeida, 2010).

iii) Análise sistêmica do modo ativo: priorização da acessibilidade ativa nas centralidades urbanas

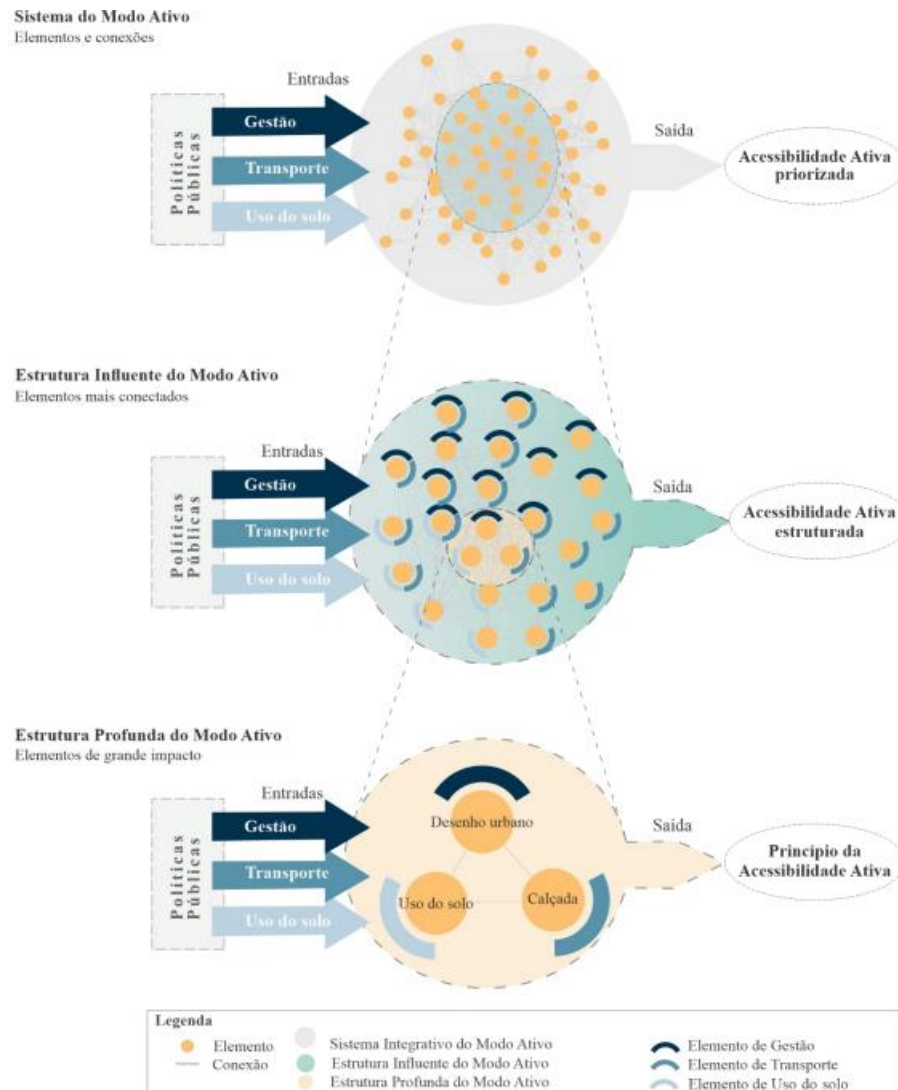
No campo do urbanismo, as análises com base na Teoria Geral do Sistemas têm sido exploradas principalmente na temática da mobilidade urbana. Haja vista, à exemplo de aplicações práticas sistêmicas, o estudo de Lopes (2023) analisou a acessibilidade ativa nas centralidades urbanas com base em uma metodologia da TGS, explorando a estrutura do sistema através das entradas (*inputs*), incentivos que podem reajustar o sistema e as saídas (*outputs*) do Sistema do Modo Ativo. A estrutura sistêmica do Modo Ativo é representada em três níveis de análise (Figura 6):

- a) Sistema do Modo Ativo: aponta 63 elementos e conexões de forma integrada, e tendo como estímulo as ações de políticas públicas;
- b) Estrutura Influyente do Modo Ativo: formada por 25 elementos mais conectados, que viabiliza a aplicabilidade de políticas públicas na realidade imediata;
- c) Estrutura Profunda do Modo Ativo: aponta os 3 elementos de grande impacto (desenho urbano, calçada e uso do solo) e tem como saída o princípio da Acessibilidade Ativa.

Este estudo destaca a necessidade de entender o Modo Ativo como um sistema para que a Acessibilidade Ativa seja efetivamente priorizada. Embora os elementos, as relações e as políticas públicas estejam presentes, elas costumam operar de maneira desconectada e não colaborativa, o que resulta em um sistema fragmentado e em

consequências negativas. É fundamental enfatizar a importância das interações e dinâmicas dentro desse sistema, evidenciando a interdependência entre seus elementos (Lopes, 2023).

Figura 5 – Entrada e saída do Sistema do Modo Ativo



Fonte: Lopes (2023)

iv) Educação sistêmica pelas metodologias ativas de aprendizagem

O processo de ensino-aprendizagem é complexo e multifacetado. O uso da educação sistêmica oferece subsídios para que o aluno se perceba como parte de uma estrutura inter-relacionada, mas que respeite suas necessidades individuais (Silveira, 2021). Na área da educação, a análise sistêmica permite a elaboração de planos que reúnem requisitos de “flexibilidade, unidade, continuidade e adequação à realidade” que auxiliam a ação do educador. Há três aspectos hierárquicos substanciais para a composição dos sistemas

educativos, com isso, um sistema é identificado a partir de seus “propósitos” que derivam em “conteúdos” e que são integrados por meio de “processos” (Siqueira; Casagrande, 1985, p. 66).

A metodologia sistêmica propõe que os processos educacionais sejam parte de um todo maior. Assim, dentre alguns princípios aplicados tem-se: as metodologias ativas (reconhecem o aluno como parte integrante, central e ativa do próprio aprendizado); aprendizagem colaborativa (construção de relações amigáveis e não competitivas entre os alunos, estímulo de equipes); e aprendizagem significativa (interliga a vida do estudante desenvolvendo competências socioemocionais) (Saraiva Educação, 2022; Amaral, 2021). Esses princípios possuem várias aplicações no ambiente educativo como metodologias ativas e colaborativas de aprendizagem, por exemplo:

- a) a reorganização das carteiras em círculos ou semi-círculos: diferente das cadeiras em posição de filas, as carteiras em círculos conferem posição de igualdade para o compartilhamento de ideias;
- b) a participação ativa da fala: permite conferir tempo de fala a todos os alunos, não somente àqueles mais engajados;
- c) a sala de aula invertida: disponibilizar aos alunos o conteúdo da aula em momento anterior a ela;
- d) uso da gamificação: trazer jogos para as salas de aula em abordagem lúdica e/ou tecnológica;
- e) aprendizagem baseada em projetos: o aluno aprende através da resolução colaborativa de problemas, incentivando a habilidade de investigar, refletir, criar e solucionar problemas perante situações reais;
- f) aprendizagem entre times: formar equipes para que os alunos aprendam em conjunto, compartilhando ideias.

As metodologias ativas de aprendizagem utilizam a abordagem sistêmica em sua concepção e implicam em uma mudança de mentalidade. Na estrutura tradicional de ensino, o professor explica e o aluno observa e absorve. Na estrutura ativa de ensino, o aluno participa ativamente no processo de aquisição de conhecimento, ou seja, o professor é um orientador e facilitador, mas o trajeto é percorrido pelo aluno (Goularte; Arenas, 2021). Assim, o aluno é parte central do sistema de aprendizagem e possui papel ativo na construção do seu conhecimento através da integração de conteúdos por meio de

processos. Vários elementos são constituintes desse sistema educacional e são levados em conta pelo professor ao aplicar a metodologia ativa e sistêmica do conhecimento.

Apesar de inúmeros os trabalhos existentes com metodologias sistêmicas aplicadas, a análise prática de quatro metodologias aqui expostas – nas áreas da administração, psicologia, urbanismo e pedagogia – permitem exemplificar a alta diversidade e possibilidade de aplicação da análise sistêmica. Levando em consideração a proposta de construir um procedimento metodológico sistêmico para as análises urbanas, o próximo item apresenta o aparato teórico e prático sobre a modelagem de cenários e as metodologias de simulação de cenários com base em informações geográficas.

1.2. MODELAGEM DE CENÁRIOS

Nas décadas de 1950 e 1960, com a revolução do conhecimento, a geografia passou por uma Revolução Quantitativa e Teorética, adquirindo maior rigor na aplicação das metodologias científicas, através da ampliação do desenvolvimento de teorias, do uso de técnicas estatísticas e matemáticas, da *abordagem sistêmica* e do *uso de modelos*. Assim, houve uma “matematização da disciplina” que contribuiu para lidar quantitativamente com um imenso volume de dados. Nesse contexto, os modelos surgiram como instrumentos importantes para os estudos dos sistemas complexos da geografia, haja vista que permitem estruturá-los para compreender melhor suas variáveis e suas interligações (Vieira; Martins, 2016).

No desafio de planejar e ordenar o espaço urbano, os modelos espaciais dinâmicos se tornaram grandes aliados servindo como uma ferramenta e subsídio técnico para os planejadores e gestores. Através da simulação de diferentes cenários urbanos, se torna possível avaliar as melhores tomadas de decisões a respeito do planejamento urbano, antecipar problemas e planejar as melhores soluções. Proporciona-se assim, uma melhor visualização da realidade urbanas e suas transformações espaço-temporais (Oliveira *et al*, 2021; Marques *et al*, 2021).

Segundo Viera e Martins (2016, p. 196), o “modelo” em um cenário pode ser conceituado como “uma estrutura simplificada do funcionamento de um aspecto do

mundo real”, ou seja, uma redução do fenômeno observado haja vista que “não incluiu todas as observações ou medidas associadas, obscurece detalhes acidentais e destaca somente os aspectos fundamentais da realidade”. Os autores ressaltam que o modelo gerado sempre terá a visão do “modelador” pela escolha das variáveis e pelo método escolhido de manipulação do cenário dentro do sistema (Vieira; Martins, 2016).

A estruturação do modelo e a sua funcionalidade está relacionada com o número de variáveis utilizadas, quanto menos variáveis, mais funcional será o modelo. Quanto à funcionalidade, os modelos devem integrar três abordagens epistemológicas: abordagem indutiva (observar e descrever para entender); abordagem dedutiva (modelar para entender); e abordagem dialética (integrar para entender). A partir desses atributos, as principais características dos modelos são (Macedo *et al*, 2013; Vieira; Martins, 2016):

- a) seletividade: selecionar as informações mais relevantes do mundo real;
- b) estruturação: os aspectos selecionados são tratados pelas suas relações e conexões;
- c) reaplicação: um modelo pode ser reaplicado para representar outros da mesma categoria;
- d) sistematização: as implicações do conjunto são maiores do que as das suas partes individuais;
- e) simplicidade: são fáceis de manipular mesmo sendo complexo o sistema estudado;
- f) representatividade: diferem do mundo real, mas mostram-no aproximadamente.

Além da funcionalidade e epistemologia, segundo Macedo *et al* (2013), os modelos podem ser classificados pela incorporação de efeitos probabilísticos – determinísticos ou estocásticos – conforme Quadro 4. Essa classificação é muito influenciada “pela qualidade da informação, pelo controle que se tem sobre o sistema e pelo objetivo que se pretende alcançar com o estudo” (Vieira; Martins, 2016, p.198).

Quadro 4 – Classificação dos modelos pelos efeitos probabilísticos

MODELOS DETERMINÍSTICOS	Estabelecem relações funcionais entre as variáveis e sempre se comportam da mesma forma para uma dada situação inicial, sendo o comportamento do sistema geográfico controlado por leis físicas naturais e previstos de forma exata.	Exemplos: BASS II, STARLOGO, SACI, REPAST, PCRASTER e MICE
MODELOS ESTOCÁSTICOS	Consideram a chance de ocorrência de vários eventos ao longo do tempo,	Exemplos: SLEUTH, SimLucia, CLUES, DINAMICA EGO

	pressupondo efeitos probabilísticos. Assim, o valor numérico obtido para uma variável está associado a uma probabilidade de ocorrência. Para cada entrada (input), existirão várias saídas (output), refletindo as incertezas do sistema.	
--	---	--

Elaboração: Elaboração pela autora com base em Vieira e Martins (2016) e Macedo *et al* (2013).

A simulação de cenários visa acoplar escalas distintas – temporal e espacial – através da união de técnicas de análise espacial e geoestatística. Esses cenários prospectivos podem ser *estacionários* quando representam a continuidade das alterações pretéritas, *prescritivos* quando simulam alterações prescritas ou *exploratórios não-estacionários* quando exploram conjecturas político-socioeconômicas distintas (Macedo *et al*, 2013).

Ao classificar um modelo enquanto “dinâmico”, pressupõe-se que haverá uma análise concentrada nos processos e funções através do tempo, diferentemente dos modelos “estáticos” que se concentram nas características do equilíbrio estrutural (Vieira; Martins, 2016). Levando em consideração essa definição, os cenários urbanos são caracterizados como *modelos dinâmicos* por exporem vários atributos de sistemas complexos auto-organizados. Assim, a operacionalidade da representação vetorial do espaço urbano refletem ser uma ferramenta eficaz para extrair padrões regionais pelo comportamento local de um reduzido número de elementos (Dalcin; Silva, 2019; Marques *et al*, 2021).

A modelagem de cenários reflete os estudos do espaço urbano representado por modelos dinâmicos que projetam uma perspectiva da realidade, materializando as ações antropogênicas no espaço. Vinculam-se as habilidades teóricas de articular as variáveis – social, econômico e ambiental – e as habilidades de medir e classificar essas variáveis. “Em ambos pairam as incertezas operacionais de integração e hierarquização, as múltiplas conexões causais, a multiplicidade da organização do espaço e tempo, que podem afetar a articulação entre mudanças e desenvolvimento” (Marques *et al*, 2021, p. 210).

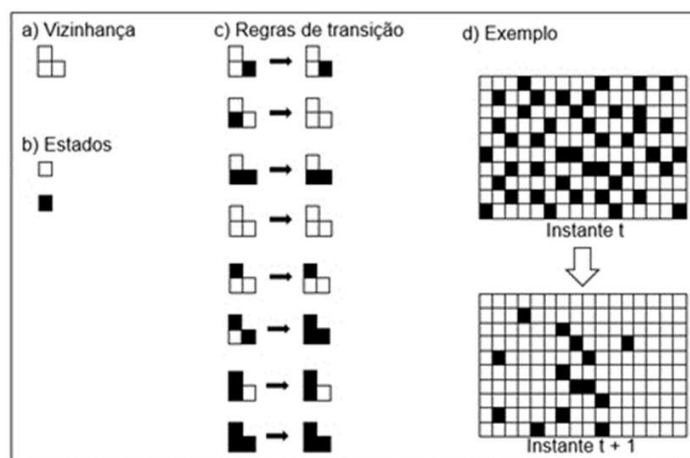
Como uma potencial ferramenta, a modelagem de cenários possui inúmeras utilidades de aplicação. Em pesquisas de planejamento urbano, quando há a necessidade de entendimento da relação entre agentes, instrumentos de ordenamento territorial e emergência de fenômenos organizados e complexos, a categoria de modelos utilizada é a *Modelagem Baseada em Agentes ou Agent-Based Modelling (ABM)*. Esses agentes apresentam interações que ocorrem entre si e com seu ambiente, gerando uma

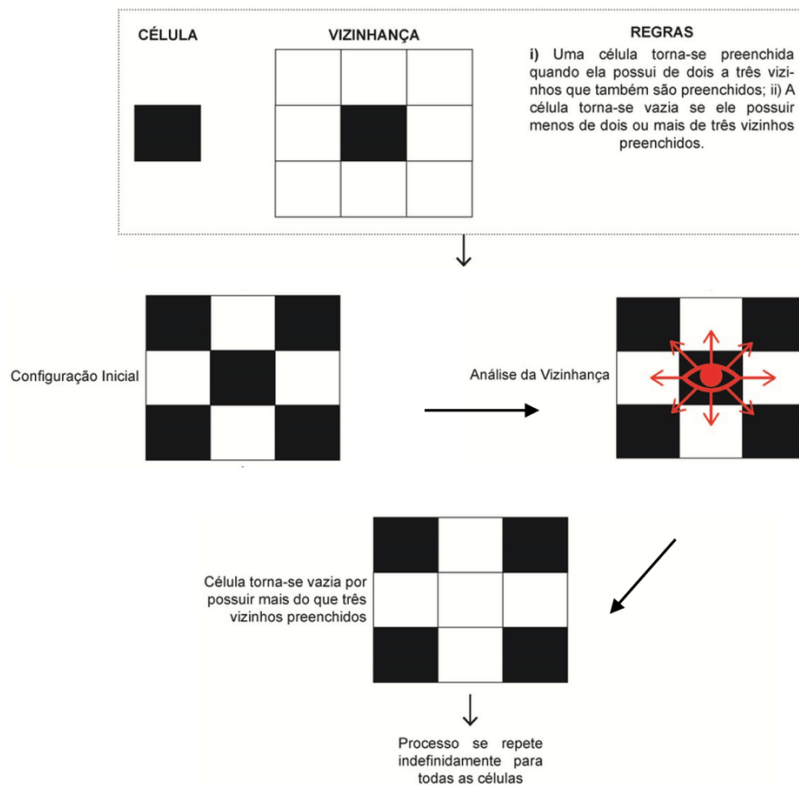
configuração espacial diferente da inicial para cada simulação, que “quando analisada, permite a descoberta de relações entre os parâmetros dos agentes, seus condicionantes externos e os padrões observados na configuração espacial simulada” (Dalcin; Silva, 2019, p. 5).

No campo urbano, realizam-se várias simulações para o entendimento de mudanças na paisagem através da análise das alterações do uso e cobertura da terra que permite antecipar prováveis tendências urbanas. Nessa simulação dinâmica da paisagem baseada na categoria de modelos ABM, um dos métodos mais aplicados para tal entendimento é o do *autômato celular* – modelando cenários de expansão urbana baseados em indicadores físico-ambientais e de infraestrutura urbana. Os autômatos celulares (AC) são a representação de “células” dentro de sistemas. São muito utilizados para modelagem de fenômenos de propagação de doenças, crime e uso da terra (Oliveira *et al*, 2021; Marques *et al*, 2021)

O uso de autômatos celulares e outras ferramentas de simulação se baseiam na definição de regras para o comportamento dos agentes urbanos que, quando são simuladas permitem identificar padrões de organização que surgem no sistema urbano a partir das interações simuladas (Figura 6). Assim, através do auxílio computacional se torna possível simular para entender o funcionamento de vários fenômenos de dinâmicas urbanas como mobilidade, dinâmicas de uso do solo, espraiamento, fluxos populacionais, economia espacial, dentre outros (Dalcin; Silva, 2019).

Figura 6 – Funcionamento de um autômato celular





Fonte: Oliveira *et al* (2021); Dalcin e Silva (2019)

Os modelos que utilizam os autômatos celulares são indicados modelagens de sistemas complexos e apresentam quatro elementos: célula, estado, vizinhança e regras de transição. Através desse rigor metodológico, os autômatos celulares possuem “elevado desempenho computacional e estrutura espacial articulável com sistema de informações geográficas” oferecendo possibilidades de “abstrair padrões, ordem e tendências dinâmicas prevaletentes em processos do mundo real” (Macedo *et al*, 2013, p. 316).

Nos autômatos celulares, o sistema é discreto e interativo, envolvendo interações apenas dentro de regiões locais e não entre todos os pares de células. Assim, cada célula dentro de uma matriz depende do estado anterior das células dentro de uma regra de vizinhança, de acordo com um conjunto de regras de transição de estado (Engelen *et al*, 1997). Segundo Langton (1986), um autômato celular consiste em:

1. um espaço euclidiano (geralmente bidimensional) dividido em uma matriz de células idênticas;
2. cada célula é cercada por uma vizinhança do mesmo tamanho e forma geométrica;
3. cada célula está em um dos n estados discretos possíveis;

4. regra(s) de transição, possivelmente de natureza hierárquica, descrevem o novo estado de uma célula em função do seu próprio estado e do estado das células na sua vizinhança;
5. o tempo progride uniformemente e, em cada passo de tempo discreto, todas as células mudam simultaneamente de estado, conforme definido na(s) regra(s) de transição.

Contudo, ressalta-se que a previsão de cenários futuros com base em tendências do passado pode fornecer dados um tanto inconsistentes, levando em conta a imprevisibilidade dos processos políticos e administrativos de planejamento. Assim, é necessário explorar mais de uma possibilidade de crescimento identificando a frequência de alteração dos usos nos diferentes cenários simulados – sempre enfatizando a importância da compreensão da relação espaço-temporal do crescimento urbano para a gestão das cidades (Marques *et al*, 2021).

Dentre tantas vertentes de aplicação de modelagem de cenários, o próximo item busca estabelecer um estado da prática entre as metodologias de simulação de cenários com base em informações geográficas aplicadas aos estudos urbanos.

1.2.1. Aplicações práticas: metodologias de simulação de cenários com base em informações geográficas

A modelagem da dinâmica espacial pode ser realizada através de vários métodos, principalmente com o uso de “células” para a análise de fenômenos urbanos. Esta abordagem tornou-se amplamente utilizada por apresentar uma possibilidade de integração de ferramentas do sensoriamento remoto, SIG e de vários modelos computacionais baseados em autômatos celulares (AC). A simulação de cenários envolve vários elementos como a adoção do modelo, dos dados, variáveis, resoluções espaciais, análises temporais, estacionariedade e regras de transição (Macedo *et al*, 2013).

Os autômatos celulares são um dos tipos mais utilizados de ferramentas computacionais para a modelagem de sistemas preditivos ou de exploração espacial, sendo muito utilizados na análise de sistemas complexos e fenômenos dinâmicos – como por exemplo, o ambiente urbano. A utilização dos autômatos celulares com softwares de

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permite a geração de modelos mais realistas, tornando possível dar origem a padrões globais a partir de uma ação local (Pinto *et al*, 2005).

Segundo Pinto *et al* (2005, p.2), “a modelagem tem como resultado a construção de modelos que são representações simplificadas e abstratas de um fenômeno ou situação concreta”, assim são realizados procedimentos baseados em “uma descrição formal de objetos, relações e processos, que permite com a variação de seus parâmetros, simular os efeitos de alterações em tal fenômeno”.

Há uma série interminável de tipos em que os modelos podem ser agrupados e classificados segundo sua forma, função, área de conhecimento ou objetivo específico. Através da classificação dos modelos pelos efeitos probabilísticos, os fenômenos urbanos são considerados *modelos estocásticos* devido a chance de ocorrência de vários eventos ao longo do tempo, refletindo as incertezas do sistema.

Assim, esse item visa identificar a aplicação de quatro modelos de simulação de cenários aplicados ao urbano: SLEUTH, Dinamica EGO, SimLucia e CLUES (Macedo *et al*, 2013; Vieira, Martins, 2016; Oliveira *et al*, 2021). Após a caracterização dos quatro modelos, foi elaborado um quadro resumo dos trabalhos analisados (Quadro 5) sobre aplicação prática de modelagem de cenários urbanos, buscando sintetizar as informações principais de cada modelo analisado com dados sobre os autores, campo de estudo e variáveis utilizadas em cada pesquisa.

Quadro 5 – Resumo dos trabalhos analisados sobre aplicação prática de modelagem de cenários urbanos

MODELO	FONTE	ESTUDO	VARIÁVEIS
SLEUTH	Marques <i>et al</i> (2021)	Análise do crescimento espacial e proposição de cenários futuros da região Norte-Noroeste de Campinas-SP até 2040	- Área urbanizada nas datas 1975, 1981, 1993, 2003 e 2018; - Mapas de Redes de Transporte das datas 1974 e 2015; - Mapas de declividade e sombreamento do relevo; - Mapeamento de áreas verdes de 2017.

	Massabki <i>et al</i> (2017)	Modelagem dos padrões da expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo	- Dados do perímetro urbano referentes aos períodos de 1881, 1905, 1929, 1949, 1974 e 2005
	Tsang e Leung (2011)	Previsão de alterações de uso do solo através de critérios econômicos	- Parâmetros espaciais (acessibilidade, demografia, residências, comércios); - Parâmetros econômicos (taxa de juros, PIB per capita, volatilidade das taxas de juros, volatilidade do PIB).
Dinamica EGO	Martins <i>et al</i> (2023)	Construção de um cenário estacionário futuro no ano de 2030 para a expansão urbana dos municípios de Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP)	- Mapeamento da cobertura e uso da terra com imagens Sentinel dos anos de 2016 e 2021 - Unidades de Conservação - Distância aos atrativos turísticos e outros
	Macedo <i>et al</i> (2013)	Simulações associadas à expansão canavieira em áreas de vegetação nativa e pastagem de Arealva-SP, no período compreendido entre 2005 e 2010	- Hidrografia - Mancha urbana - Mapeamento da cana-de-açúcar - Uso e ocupação de São Paulo - Cobertura vegetal de São Paulo - Malha viária - Declividade e altitude
	Oliveira <i>et al</i> (2021)	Previsão da expansão urbana da cidade de Fortaleza-CE (anos de 2020 a 2025) utilizando um modelo dinâmico que combina autômatos celulares com as Cadeias de Markov (CA-Markov)	- Uso do solo de 2009 e 2017 (áreas vegetadas e áreas urbanizadas)
SimLucia	Engelen <i>et al</i> , 1997	Avaliação da vulnerabilidade das zonas costeiras baixas do Caribe e das pequenas ilhas às alterações climáticas e à subida do nível do mar. Estudo de caso da ilha de St. Lucia	<i>Indicadores macro:</i> - Subsistema econômico: indicador de riqueza, demandas de importações, demanda de empregos; - Subsistema natural: alterações climáticas e perda de solo; - Subsistema social: população, saúde,

			natalidade, migração e mortalidade; - Subsistema de uso do solo: residencial, econômico, natural. <i>Indicadores micro:</i> 1. vegetação natural (principalmente mata); 2. floresta (principalmente floresta secundária); 3. agricultura; 4. indústria e pedreiras; 5. comércio e serviços; 6. turismo; 7. residencial rural; 8. residencial urbano;
CLUES	Soepboer, 2001	Análise das tipologias de uso de solo para as Ilhas Sibuyan, Filipinas, período de 1997 a 2013	- Densidade populacional; - Geologia - Erosão - Altitude; - Declividade; - Posição relativa; - Distância de estradas; - Distância de cidades; - Distância de rios - Distância do mar.
	Konning <i>et al</i> , 1999	Mudanças no uso da terra do Equador para a produção de alimentos e seus efeitos sobre os recursos naturais (1991-2010)	- Uso da terra culturas permanentes; - Culturas temporárias (anuais); - Pastagens; - Vegetação natural; - Crescimento populacional; - Padrões de consumo - Evolução das exportações
	Verburg <i>et al</i> , 2000	Análise dos fatores determinantes para distribuição do uso do solo na China	- População agrícola; - Trabalhadores agrícolas; - População urbana; - População total; - Adequação do solo; - Clima; - Precipitação; - Montanhas; - Declives; - Terreno plano; - Drenagem urbana.

Fonte: Elaboração pela autora

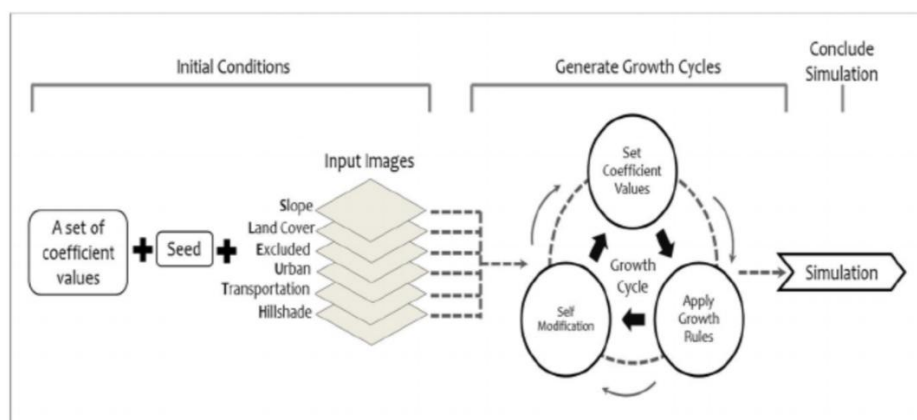
i) SLEUTH

O software SLEUTH realiza a modelação de automação celular de acordo com os princípios do Modelo de Crescimento Urbano de Clarke visando a simulação de cenários de uso e cobertura do solo. Para tal, a ferramenta exige a inserção dos dados referentes aos elementos de sua sigla SLEUTH: *Slope* (declividade), *Land use* (uso do solo), *Exclusion* (áreas restritas à urbanização), *Urban growth* (evolução da mancha urbana), *Transportation* (transporte) e *Hillshade* (relevo sombreado ou encostas) (Marques *et al*, 2021; Oliveira *et al*, 2021).

As regras de transição, calibração e simulação de cenários do modelo SLEUTH são determinadas por cinco coeficientes que são manipulados juntamente com os dados principais do SLEUTH para gerar os ciclos de crescimento urbano e os cenários simulados, conforme Figura 7 (Chaudhuri; Clarke, 2013; Marques *et al*, 2021). Os cinco coeficientes são:

- a) *Dispersion* (dispersão): dispersão geral do crescimento;
- b) *Breed* (núcleos centrais): tendência de geração de novos núcleos urbanos;
- c) *Spread* (propagação): expansão centrípeta ou centrífuga a partir do crescimento existente;
- d) *Slope* (declividade): declividade do terreno
- e) *Road Gravity* (atração da malha viária): atração e difusão da urbanização entorno das estradas

Figura 7 – Estrutura do modelo SLEUTH



Fonte: Chaudhuri e Clarke (2013)

Desde a primeira publicação do software SLEUTH, que ocorreu em 1998, sua utilização tem crescido em todo o mundo. Trata-se de uma interface simplificada que, alinhada com a infraestrutura computacional cada vez mais eficiente, conduz à mais aplicações interdisciplinares com novas gerações de dados geoespaciais (Chaudhuri; Clarke, 2013).

ii) Dinâmica EGO

O software Dinâmica EGO (acrônimo para Environment for Geoprocessing Objects ou ambiente para geoprocessamento de objetos) foi desenvolvido pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (CSR/UFMG). Trata-se de uma plataforma para modelagens espaciais estáticas, simples, dinâmicas e/ou complexas que podem envolver interações aninhadas, multitransições, feedbacks dinâmicos, abordagem multi-região e multiescalar – uma série de algoritmos espaciais complexos para a análise e simulação de fenômenos espaço-tempo (CSR/UFMG, 2022).

Na parametrização do modelo Dinâmica EGO, diferentes variáveis podem ser utilizadas como pesos de evidência, regressão logística, redes neurais, árvore de decisão, dentre outros. A plataforma utiliza ainda, como parametrização estrutural, um mecanismo de transição composto por dois elementos de função complementar: *Patcher* e *Expander*. A função *Patcher* gera novas manchas e a função *Expander* expande as manchas previamente existentes (Oliveira *et al*, 2021; Macedo *et al*, 2013).

A modelagem é sempre baseada em algoritmos de transição por expansão ou nucleação e algoritmo genético para definir os pesos de evidência. Dessa forma, a matriz de transição efetua o cálculo da execução das simulações pretéritas e da geração dos cenários prospectivos. Ressalta-se a importância de determinar os pesos de evidência de um modelo pois assim possibilita escolher quais variáveis são mais importantes em cada transição (Macedo *et al*, 2013).

Figura 8 – Estrutura do modelo Dinamica EGO



Fonte: Martins *et al* (2023)

As etapas de construção do modelo de simulação no Dinamica EGO (Fig. 8) se iniciam com a inserção dos mapas inicial e final, seguido por uma tabulação cruzada estacionária coordenada pelas Cadeias de Markov². Esses mapas gerados apresentam a probabilidade de uma célula mudar de um estado para outro, sendo ponderados pelos pesos de evidência definidos previamente pelas variáveis selecionadas pelo modelador. Assim, são gerados os algoritmos de transição (patcher e expander) para a projeção das taxas futuras de transição em cada célula no mapa e para cada transição especificada (Martins *et al*, 2023).

iii) SimLucia

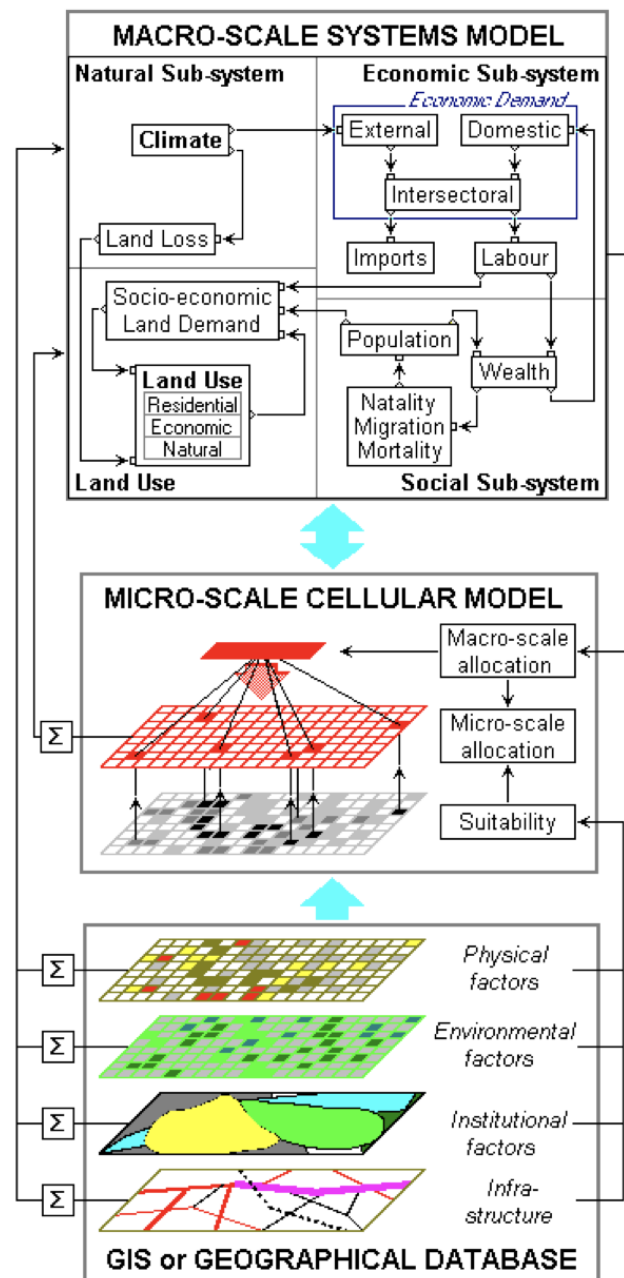
O software SimLucia foi desenvolvido para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP (United Nations Environment Programme) para a Unidade de Coordenação Regional do Caribe, Kingston-Jamaica – CAR/RCU (Caribbean Regional Co-ordinating Unit) como parte do projeto “Avaliação da vulnerabilidade das zonas costeiras baixas e pequenas ilhas às alterações climáticas e à subida do nível do mar” (*Vulnerability assessment of low-lying coastal areas and small islands to climate change and sea level rise*). O desenvolvimento da plataforma foi realizado por RIKS bv, P.O.

² Andrei Andreyevich Markov (1856-1922) foi um matemático russo que realizou numerosos estudos na teoria da probabilidade. As cadeias de Markov se referem a uma classe de processos aleatórios ou estocásticos. Um processo estocástico $\{C_n\}$ que satisfaz a propriedade de Markov é chamado de processo de Markov. Se, além disso, o processo estocástico for a tempo discreto e formado por variáveis aleatórias discretas o processo de Markov é chamado Cadeia de Markov (PÉREZ, 2021).

(Research Institute for Knowledge Systems) de Maastricht, Holanda e, parte do trabalho de modelagem foi realizada pelo Prof. Roger White, Departamento de Geografia, Memorial University, St. (Engelen *et al*, 1997).

O objetivo principal desse projeto visou desenvolver uma metodologia e um procedimento operacional aplicável ao nível de cada país costeiro ou ilha, com os seguintes objetivos específicos: i) descrever e analisar os impactos das alterações climáticas no seu território, nos seus ecossistemas, nos seus sistemas sociais e nos seus actividades económicas; e ii) fornecer instrumentos ou ferramentas para conceber, explorar e avaliar medidas políticas e intervenções políticas para prevenir ou aliviar impactos indesejáveis. Assim, o modelo foi aplicado na ilha de St. Lucia e, como resultado desse projeto, desenvolveu-se o sistema de software denominado SimLucia passível de replicações em outros territórios (Riks, 2023).

Figura 9 – Estrutura do modelo SimLucia consistindo em modelos acoplados no nível macro e no nível micro



Fonte: Engelen *et al*, 1997

A plataforma SimLucia trabalha com a modelagem de três subsistemas acoplados: os subsistemas natural, social e econômico, cada um representado por conjuntos de variáveis ligadas (Figura 9). São 14 categorias de uso do solo: 6 classes de cobertura do solo (mar, praias, mangues, florestas, reserva florestal e campo) e 8 classes de ocupação humana do solo (agricultura, indústria e mineração, comércio e serviços, turismo, residencial urbano, residencial rural, porto e aeroporto, estradas).

O principal mecanismo adjacente à dinâmica do software é o fato de que as atividades dos subsistemas interagem fortemente entre si no espaço geográfico. Por exemplo, a forte concentração de atividades numa zona costeira estreita resulta em conflitos de interesses e competição por espaço e causa uma tensão irrecuperável nos ecossistemas terrestres e marinhos únicos, mas frágeis da zona costeira (Riks, 2023). Contudo, a principal limitação do modelo SimLucia está na grande demanda de dados que, geralmente, não estão disponíveis na maioria das localidades. Além disso, apesar de ser um software gratuito, não permite a inclusão de outras áreas de estudo, sendo possível que o usuário faça variações apenas sobre a base de dados da ilha de Santa Lucia (Kuhn, 20025).

iv) CLUES

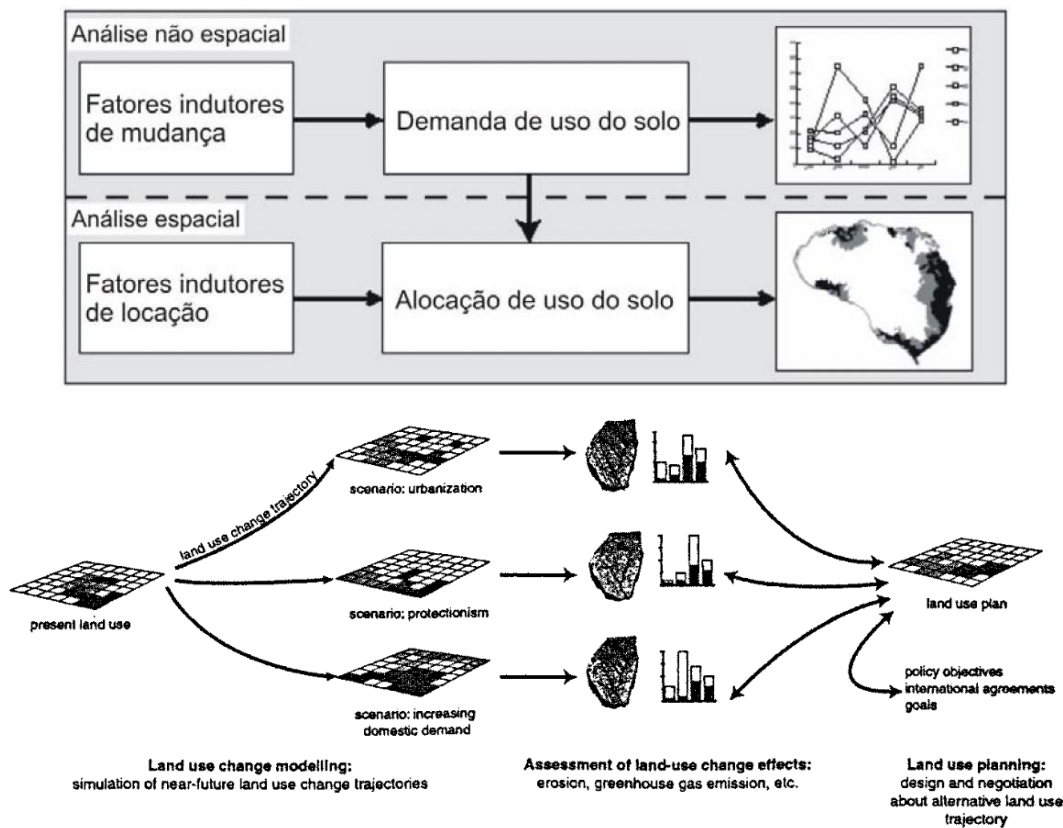
O modelo CLUES (*Conversion of Land Use and its Effects*) foi desenvolvido em uma primeira versão por Tom Veldkamp e Louise Fresco em 1996. Versões posteriores foram criadas por Peter Verburg, em colaboração com outros profissionais, na Universidade de Wageningen, Holanda, objetivando descrever as mudanças de uso do solo de maneira quantitativa, multi-escalar e explícita. O modelo CLUES é de ordem dinâmica e trabalha a partir da determinação e quantificação das tendências biogeofísicas e humanas mais relevantes, permitindo descrever as mudanças na área de diferentes tipos de uso do solo (Schoorl, 2023; Kuhn, 2005).

A metodologia CLUES se baseia em teorias sobre o funcionamento do sistema de uso da terra derivadas da ecologia da paisagem. Verburg *et al* (2000) aponta que na modelagem do software foi levado em consideração que os ecossistemas naturais têm grandes correspondências em estrutura, função e mudança com os sistemas de uso da terra e, ainda, que os sistemas sociais são agentes de grandes mudanças no uso da terra. Os autores afirmam que tanto os sistemas sociais quanto os ecossistemas naturais são sistemas adaptativos complexos que podem ser descritos por teorias e metodologias desenvolvidas em ecologia (Verburg *et al*, 2000).

O modelo CLUES divide-se em dois módulos distintos: módulo de análise não-espacial e módulo de análise espacial (Figura 10). O primeiro módulo calcula a mudança de área para todos os tipos de uso de solo, gerando especificações da área coberta para cada tipo ao longo do tempo, ou seja, as demandas de uso do solo. Esses dados são os *inputs* para o módulo de análise espacial. Com esses dados, a segunda parte desse modelo

realiza uma modelagem dinâmica para alocar, em um sistema raster, os fatores de indutores de locação do uso do solo. Dessa forma, o modelo calcula a melhor solução em um procedimento iterativo, apontando os cenários de conversão específica de tipos de uso do solo, demandas e características locais (Kuhn, 2005).

Figura 10 – Esquema do procedimento de modelagem do CLUES



Fonte: KUHN, 2005; VERBURG *et al*, 2000

Na abordagem das variáveis da modelagem do CLUES, considera-se a complexidade das relações – devido às dependências de escala, interligações e feedbacks – sem necessidade de revelar esses processos individuais. Em vez disso, as relações entre o uso da terra e seus fatores determinantes são, em sua totalidade, o que explicam o padrão observado no uso da terra realizado através de análises de regressão do software CLUES (Verburg *et al*, 2000).

Ressalta-se que o modelo CLUES requer uma grande quantidade de dados – exigindo um tempo de preparo considerável para a formatação da base de dados requerida. Além disso, o modelo precisa ser trabalhado com dados de *inputs* dinâmicos nas funções específicas para que o cenário seja lido pelo sistema e automaticamente retroalimentado,

caso contrário, o manipulador precisa realizar manualmente a alimentação da base de dados a cada módulo de análise do sistema (Kuhn, 2005).

Todos os modelos apresentados – SLEUTH, Dinamica EGO, SimLucia e CLUES – permitem manipular e compreender a complexidade dos sistemas urbanos. Apesar das vantagens e desvantagens específicas de cada modelo, de forma geral, a simulação de cenários possibilita a aplicação e reformulação de teorias, análises dos diversos parâmetros envolvidos em problema urbanos e colaboram para uma maior percepção do papel das variáveis do sistema e de suas conexões. Dessa forma, a partir do exposto sobre análise sistêmica e modelagem de cenários, o próximo item visa apresentar o procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas.

1.3. APRESENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SISTÊMICO DESENVOLVIDO PARA AS ANÁLISES URBANAS

O objetivo dessa seção é explicar o aparato ferramental utilizado para o desenvolvimento das análises sistêmicas realizadas nesse estudo. Serão apresentados os modelos configuracionais selecionados, os parâmetros de análise e a forma de manipulação das variáveis nos mapas. Para essa pesquisa, a Teoria Geral dos Sistemas é utilizada enquanto base norteadora do procedimento metodológico adotado. Através de análises georreferenciadas em etapas de sobreposições, busca-se obter uma exploração quali-quantitativa do objeto de estudo.

Entender a cidade enquanto um sistema consiste em considerar os vários parâmetros de ordenamento que atuam no território em diferentes níveis relativos à economia, mobilidade, sociedade, cultura, dentre outros (Zechlinski, 2013). Na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, segundo Oliveira e Portela (2006, p.168), os sistemas são definidos de maneira intuitiva e simples. As autoras ressaltam que cada sistema “é composto por subsistemas ou componentes e está integrado num macrossistema”, sendo o “todo” superior à soma das partes que o compõe.

Para tal configuração, nessa pesquisa será construída uma visão ampla do tema em estudo, onde o espraiamento urbano será estudado como um todo (macrossistema), mas também serão analisadas nas suas interações com as dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia (relação do todo com as partes). O procedimento de análise

sistêmica adotado nessa pesquisa é fruto de uma adaptação e atualização da exploração metodológica realizada na Dissertação de Mestrado (Naciff, 2020).

O procedimento metodológico desenvolvido para esse trabalho é dividido em duas etapas: I) Definindo a Cena e II) Ordenando a Cena. Como suporte para a elaboração dos mapas, utilizam-se arquivos vetoriais no formato *shapefile* e tabelas *.xls* disponibilizados em bases oficiais, conforme Quadro 6.

Foram selecionadas quatro dinâmicas de análise: populacionais e socioterritoriais, econômicas, de mobilidade urbana e ambientais. A escolha dessas dinâmicas é baseada na escolha de outros autores que analisam as cidades com base nesses sistemas urbanos, como Naciff (2020) e Ainsten (2019), além dessas mesmas temáticas estarem contempladas nos diagnósticos e prognósticos do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (Goiás; UFG, 2017, SGG; UFG, 2024).

As dinâmicas urbanas referem-se a eventos, processos e fenômenos que ocorrem nas cidades e que estão em constante mudança, apresentando inter-relações sistemáticas. Isso abrange questões populacionais, econômicas, ambientais, de mobilidade, entre outras. As cidades funcionam como modelos espaciais dinâmicos, representando territórios em transformação contínua, formados por diversos subsistemas que operam com políticas integradas de desenvolvimento urbano. Existe uma interação entre o macrossistema urbano como um todo e seus sistemas, ou seja, entre a cidade/espraçamento e suas dinâmicas urbanas.

Quadro 6 – Dados utilizados, indicando-se o tipo, data e referência

ETAPA 1 – DEFININDO A CENA				
SISTEMA	DADO	TIPO	ANO-BASE	REFERÊNCIA
Espraçamento Urbano	Municípios de Goiás	Polígono	2017	SIEG
	Sede dos municípios	Pontos	2015	IBGE
	Principais rodovias	Linhas	2018	DNIT
	Mancha urbana	Polígono	2010	SIEG
	Mancha urbana	Polígono	2023	LAPIG/UFG
	Setores censitários	Polígonos	2022	IBGE
	Densidade Populacional	Polígono	2000	IBGE

Dinâmicas populacionais e socioterritoriais	Densidade Populacional	Polígono	2010	IBGE
	Densidade Populacional	Polígono	2022	IBGE
	Setores censitários	Polígonos	2022	IBGE
	Variação da População	Tabela QGIS	2010-2022	IBGE
	Características dos domicílios	Tabela Excel	2022	IBGE
	Favelas e comun. urbanas	Polígonos	2019	IBGE
	Mancha urbana	Polígono	2023	LAPIG/UFG
	Principais rodovias	Linhas	2018	DNIT
Dinâmicas econômicas	Rendimento nominal mensal domiciliar por setor censitário	Polígono	2010	IBGE
	Setores censitários	Polígonos	2022	IBGE
	Número total de empresas	Tabela QGIS	2015	IBGE
	Localização das indústrias	Pontos	2024	PDUI-RMG (UFG)
	Número de empregos formais	Tabela Excel	2021	RAIS/MTPS
	Estrutura produtiva	Gráfico	2014	GOIÁS; UFG (2017), com dados do IMB-SEGPLAN/IBGE
Dinâmicas de mobilidade urbana	Municípios da RMG	Polígono	2017	SIEG
	Sede dos municípios	Pontos	2015	IBGE
	Anel Viário	Linhas	2018	DNIT
	Trechos rodoviários federais	Linhas	2016	DNIT
	Trechos rodoviários estaduais	Linhas	2016	DNIT
	Helipontos	Pontos	2017	IBGE
	Pistas de Pouso	Linhas	2017	IBGE
	Trecho Ferroviário	Linhas	2017	IBGE
	Tecido viário urbano	Linhas	2017	LAPIG/UFG
	Linhas do TPC	Linhas	2023	CMTC

	Setores censitários	Polígonos	2022	IBGE
	Terminais	Pontos	2023	CMTC
	Deslocamentos pendulares	Linhas	2024	SGG/UFG
	Mancha urbana	Polígono	2023	LAPIG/UFG
	Principais rodovias	Linhas	2018	DNIT
Dinâmicas ambientais	Uso do solo	Polígonos	2022	SGG/UFG
	Vulnerabilidade Ambiental	Polígonos	2024	SGG/UFG
	Bacias de captação	Polígonos	2024	SGG/UFG
	Setores censitários	Polígonos	2022	IBGE
	Unidades de conservação	Polígonos	2024	SGG/UFG
	Principais rodovias	Linhas	2018	DNIT
ETAPA 2 – ORDENANDO A CENA				
SISTEMA	DADO	TIPO	ANO-BASE	REFERÊNCIA
Simulação de cenários futuros	Uso do solo	TIF	2016	SGG/UFG
	Uso do solo	TIF	2022	SGG/UFG
	Declividade	TIF	2022	SGG/UFG
	DTM	TIF	2022	SGG/UFG
	Malha Viária	TIF	2022	SGG/UFG
	Hidrografia	TIF	2022	SGG/UFG
	Unidades de Conservação	TIF	2022	SGG/UFG

Elaboração: Própria autora (2024).

Para o desenvolvimento e geração dos mapas temáticos, os dados foram manipulados em softwares distintos. O Quadro 7 relaciona os aplicativos utilizados e sua finalidade. Foram utilizados aplicativos de georreferenciamento para a primeira etapa da pesquisa e aplicativos de geração de cenários para a segunda parte da pesquisa. O conjunto de softwares utilizados foram necessários para juntos conseguirem atender ao objetivo geral desse estudo que se baseia em uma série de sobreposições sistêmicas.

Quadro 7 – Aplicativos utilizados, indicando-se a finalidade

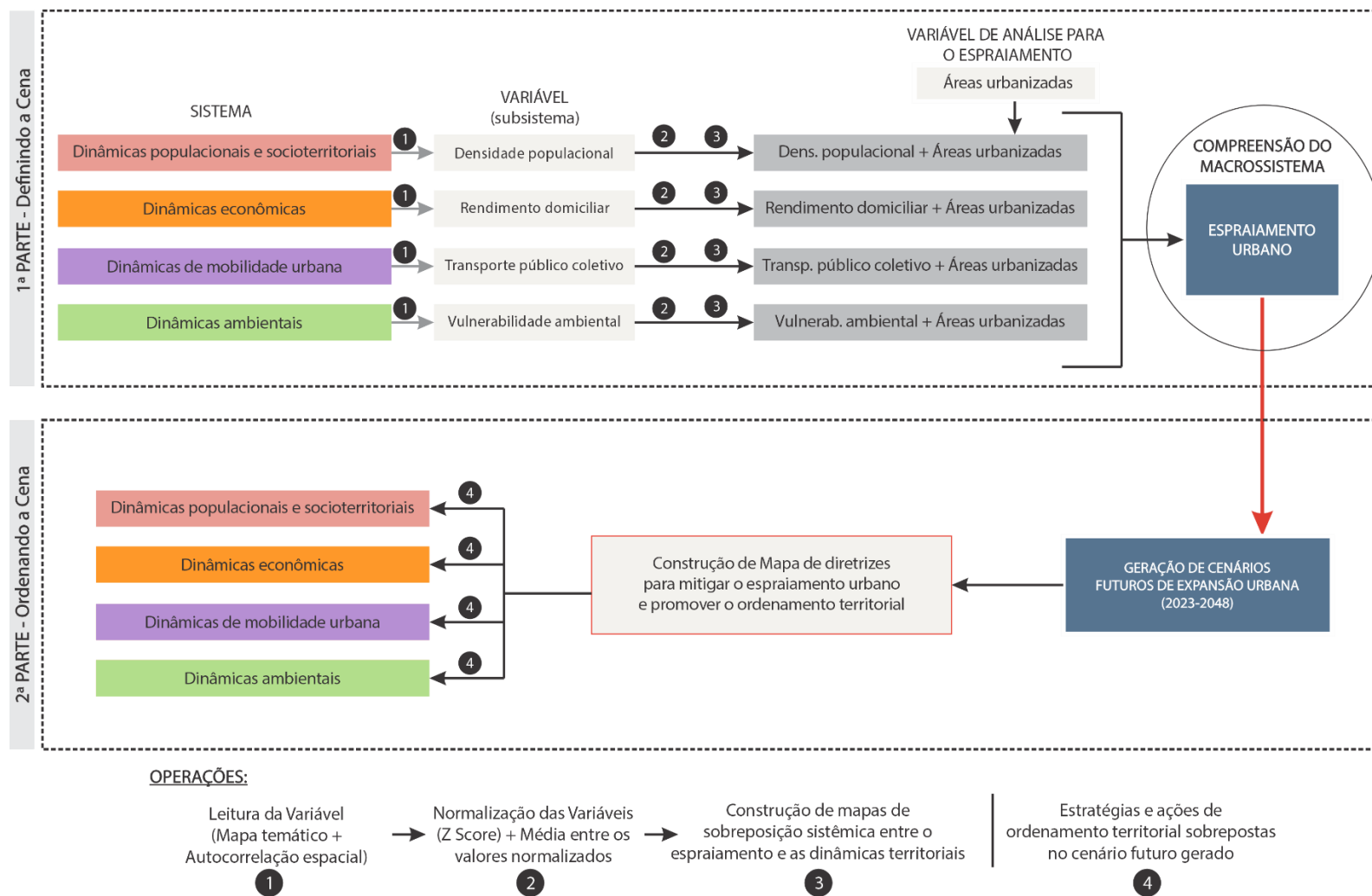
ETAPA 1 – DEFININDO A CENA	
APLICATIVO	FINALIDADE
QGIS 3.20	Padronização de variáveis espaciais, edição de tabelas de atributos dos shapefiles, datum e projeção; edição vetorial; geração dos mapas; rasterização; edição matricial; análise de dados geoespaciais.
ARCGIS / ARCMAP 10.8	Padronização de variáveis espaciais; geração da autocorrelação espacial com Índice de Moran I; análises geoestatísticas espaciais.
EXCEL	Padronização de variáveis em tabelas; tabulação cruzada de dados; geração das variáveis estáticas (categóricas e contínuas)
ETAPA 2 – ORDENANDO A CENA	
APLICATIVO	FINALIDADE
EXCEL	Padronização de variáveis em tabelas; tabulação cruzada de dados; geração das variáveis estáticas (categóricas e contínuas)
DINAMICA EGO V. 7	Geração das matrizes de transição; cálculos dos intervalos e dos pesos de evidência; análise da associação espacial entre variáveis; execução das simulações; calibração e validação do modelo
COREL DRAW 2021	Ilustração vetorial bidimensional de sobreposição; geração de gráficos e manipulação de vetores; edição e criação dos modelos.

Elaboração: Própria autora (2024).

Quanto às etapas dos procedimentos realizados, essas estão sintetizadas na Figura 11 que apresenta o diagrama completo da análise sistêmica desenvolvida para a pesquisa. Nesse diagrama estão representadas as variáveis principais utilizadas para a sobreposição sistêmica com o mapa de espraiamento. A escolha dessas variáveis foi derivada do estudo de Naciff (2020) que utilizou variáveis similares para a manipulação dos sistemas urbanos com base na Teoria Geral dos Sistemas.

Para se obter o entendimento do “todo” que é o Espraiamento Urbano (macrossistema), os outros sistemas são analisados individualmente (dinâmicas urbanas) para depois realizar a sobreposição sistêmica com o espraiamento urbano (dinâmicas urbanas + variável do espraiamento urbano). Para correlacionar o espraiamento com as outras dinâmicas, a variável escolhida é a de áreas urbanizadas. Essa variável não representa o espraiamento em si, mas, em análise com as outras variáveis, auxilia na compreensão do macrossistema do espraiamento.

Figura 11 – Diagrama do procedimento metodológico de análise sistêmica desenvolvido para a pesquisa



Elaboração: Própria autora (2024).

Na construção dos mapas de espraiamento urbano e das dinâmicas urbanas são apresentados os mapas temáticos e a análise de autocorrelação espacial de cada variável em análise (Índice de Moran³) com a elaboração de um mapa com o modelo inferencial de autocorrelação espacial desses valores, construindo uma análise exploratória para identificação de localizações atípicas (*outliers*) e padrões de associação espacial (*clusters*). Estabelece-se, dessa forma, a existência de um modelo espacial de variação discreta na RMG (distribuição de eventos cuja localização está associada a áreas delimitadas por polígonos) a partir do uso de interpoladores geoestatísticos (Druck *et al*, 2004).

Assim, para cada dinâmica territorial foram realizadas a leitura das variáveis selecionadas visando a construção de um mapa representativo de cada dimensão urbana. De maneira conseguinte, os valores dessas variáveis das dinâmicas urbanas foram normalizados pela operação *Z Score*⁴ para que se possa ocorrer a união dessas variáveis com o mapa de espraiamento urbano (variável de áreas urbanizadas⁵) e obter, dessa forma, mapas sínteses dos impactos do espraiamento nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia.

A operação utilizada para a união das variáveis foi a média aritmética que, segundo Feijoo (2010), trata-se de uma medida de tendência central que pretende ser o resumo de todos os valores da distribuição, ou seja, é o ponto central de qualquer distribuição em torno do qual se equilibram as discrepâncias positivas e negativas. Para se obter a média aritmética, realiza-se a “soma dos valores e divide-se esta pelo número de observações da série” (Feijoo, 2010, p. 15). A escala cartográfica definida para essa análise é a de setores censitários. Além de representar a menor unidade territorial de controle cadastral da

³ “O índice de Moran (I) é a estatística mais difundida e mede a autocorrelação espacial a partir do produto dos desvios em relação à média. Este índice é uma medida global da autocorrelação espacial e indica o grau de associação espacial presente no conjunto de dados” (Hau *et al*, 2009).

⁴ *Z Score* ou *Escore Padronizado* “é o quanto uma medida se afasta da média em termos de Desvios Padrão. Quando o *Escore Z* é positivo isto indica que o dado está acima da média e quando o mesmo é negativo significa que o dado está abaixo da média” (Vilela Júnior, 2012). Será definido pela seguinte equação: [(Valor do dado – Média dos valores)/Desvio Padrão].

⁵ Área urbanizada se refere ao mapeamento das áreas urbanas por meio de imagens de satélite, o que permite monitorar o progresso da urbanização em uma região (IBGE, 2020). No entanto, é importante destacar que essa variável não capta diretamente o fenômeno da expansão urbana, mas contribui para a compreensão e análise desse processo quando comparada com outras variáveis relacionadas às dinâmicas territoriais.

coleta, a disponibilidade de dados dos setores censitários permite elaborar, de maneira mais precisa, análises comparativas nas variáveis selecionadas.

O desenvolvimento da estimativa da magnitude da autocorrelação espacial utiliza o índice de Moran através da identificação de *clusters* e *outliers* em cada variável em análise. Na representação espacial, essa ferramenta resulta na tipologia de padrões *COType*, conforme Quadro 8. Essa ferramenta de análise elucida que tudo está relacionado com todo o resto, mas as coisas próximas estão mais relacionadas do que as coisas distantes, ou seja, o agrupamento de valores expõe as proximidades e as contiguidades dos dados originais.

Quadro 8 – Parâmetros de agrupamento na análise de clusters e outliers conforme padrão *COType*.

ANÁLISE DE CLUSTERS E OUTLIERS	
Not Significant	Não significante: não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam níveis variados assim como os valores dos vizinhos.
High-High Cluster	Alta-Alta: agrupamento de valores altos e próximos.
High-Low Outlier	Alta-Baixa: outlier de valores altos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores baixos.
Low-High Outlier	Baixa-Alta: outlier de valores baixos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores altos.
Low-Low Cluster	Baixa-Baixa: agrupamento de valores baixos e próximos.

Elaboração: Adaptado pela autora de MEDEIROS (2018).

Na primeira parte da pesquisa (I – Definindo a Cena), tem-se como resultado os quatro mapas sínteses dos impactos do espraiamento nas dinâmicas territoriais da RMG. Esses mapas definem a cena desse território. Com a proposta de “ordenar” essa cena, a segunda parte da pesquisa (II – Ordenando a Cena) utilizou esses mapas como base diagnóstica para gerar simulações gráficas de diretrizes, possibilitando inserir estratégias e ações para promover o desenvolvimento urbano integrado.

Os softwares adotados na segunda parte da pesquisa foram o Dinamica EGO (*Environment for Geoprocessing Objects*) para simulação de cenários futuros de expansão e espraiamento urbano e o software CorelDraw para ilustração gráfica vetorial das ações e estratégias propostas.

O Dinamica EGO se trata de um modelo aberto a diferentes parametrizações como pesos de evidência e regressão logística; o que possibilita a calibração da matriz de transição em várias probabilidades para simulações pretéritas e cenários prospectivos (Macedo *et al*, 2013). Para a simulação dos cenários futuros de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia, essa pesquisa obteve suporte de dados e variáveis fornecidos pela SGG e UFG (2024) e, para a configuração das etapas da modelagem no Dinamica EGO, as estruturas utilizadas foram disponibilizadas pelo minicurso da JGEOTEC sob instrução de Martins e Viégas (2020).

A primeira etapa de modelagem consistiu na definição das matrizes de transição das áreas urbanas. As matrizes de transição das áreas urbanas são ferramentas analíticas que ajudam a entender como diferentes categorias de uso do solo (como áreas urbanas, rurais, florestais etc.) mudam ao longo do tempo. Elas representam a evolução das áreas urbanas, mostrando as mudanças entre diferentes tipos de uso em intervalos específicos. As variáveis utilizadas foram o uso do solo da RMG de 2016 e o uso do solo da RMG de 2022. Os arquivos inseridos são do tipo raster com pixels de resolução 1000x1000. Nesses arquivos, doze categorias de classes do solo foram identificadas conforme Quadro 9.

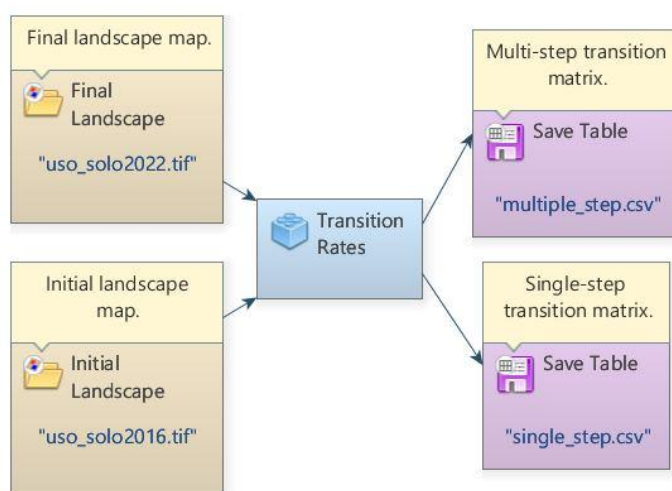
Quadro 9 – Categorias do uso do solo

CATEGORIAS DO USO DO SOLO			
Nº	CATEGORIA	Nº	CATEGORIA
3	Formação Florestal	19	Lavoura temporária
4	Formação Savânica	21	Mosaico de usos
9	Silvicultura	24	Área Urbanizada
11	Área Pantanosa	25	Áreas não vegetadas
12	Formação Campestre	30	Mineração
15	Pastagem	33	Rio Lago

Elaboração: Própria autora (2024).

Dessa forma, a etapa 1 foi configurada para calcular os percentuais das matrizes de transição das variáveis de uso do solo definidas, gerando como produto duas tabelas: *multiple step* (taxas de ano a ano entre 2016 e 2022) e *single step* (taxas totais entre 2016 e 2022) – estrutura de modelagem representada na Figura 12.

Figura 12 – Etapa 1 de modelagem: cálculo dos percentuais das matrizes de transição



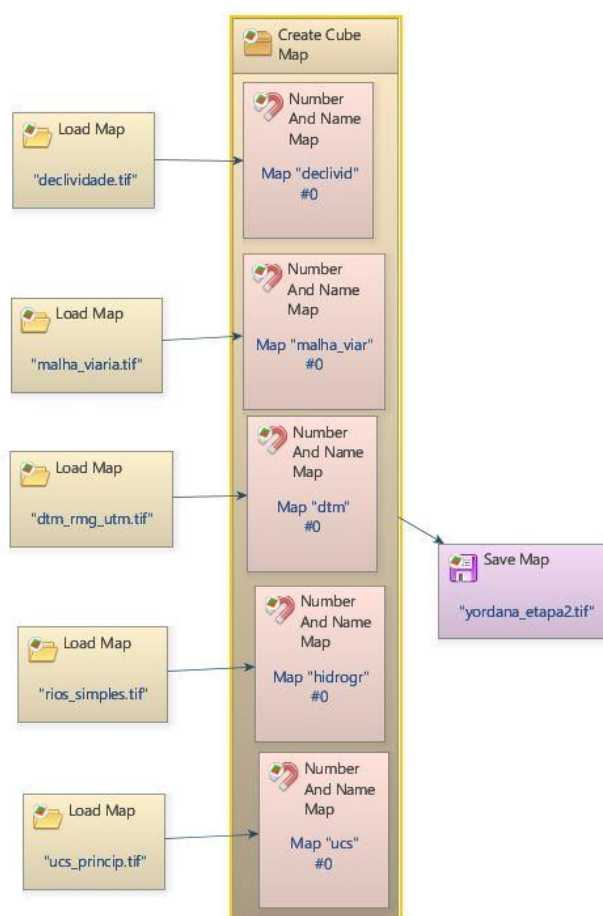
Elaboração: Própria Autora (2024)

A segunda etapa de modelagem consiste na elaboração do *skeleton* ou esqueleto que calcula os intervalos para categorizar as variáveis contínuas e derivar os pesos de evidência que só podem ser calculados para variáveis espaciais categóricas. Nessa etapa foram selecionados os números de intervalos e seus tamanhos de buffer visando preservar a estrutura dos dados.

O "*skeleton*" se refere a uma estrutura básica que organiza e categoriza variáveis contínuas em intervalos específicos. Essa estrutura permite a transformação de dados contínuos em dados categóricos, facilitando a análise espacial e a derivação de pesos de evidência. O esqueleto serve como um guia para o processo de modelagem, garantindo que as variáveis categorizadas possam ser utilizadas de forma eficaz em análises posteriores, como a combinação de diferentes fatores para a tomada de decisões ou a realização de previsões.

Para a construção do "*skeleton*" na segunda etapa de modelagem, há a necessidade de elaborar primeiramente o *cubemap* das variáveis estáticas – o *cubemap* ou mapeamento do cubo é um método de mapeamento que utiliza as laterais de um cubo para armazenar as variáveis em uma única textura. Assim, cinco variáveis estáticas foram definidas: declividade, malha viária, hidrografia, unidades de conservação e o DTM (*Digital Terrain Model* que representa tridimensionalmente todas as feições do terreno). Essas variáveis foram rasterizadas em pixels de 1000x1000 e unidas em um único mapa denominado *cubemap* ou *cuberaster* – conforme estrutura representada na Figura 13.

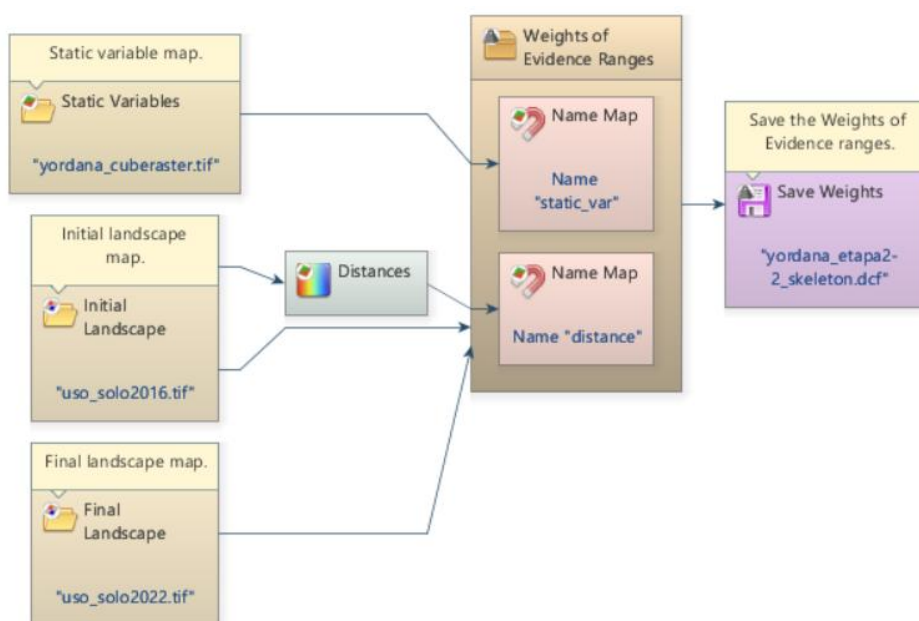
Figura 13 – Etapa 2 de modelagem: elaboração do *cubemap* ou *cuberaster* das variáveis estáticas



Elaboração: Própria Autora (2024)

Com o *cubemap* devidamente configurado, o modelo do *skeleton* pode ser gerado corretamente, garantindo uma base sólida para a análise subsequente. A configuração do *cubemap* envolve a definição de variáveis espaciais e suas inter-relações, o que é essencial para que o *skeleton* reflita com precisão as características do espaço em questão. A Figura 14 ilustra esse processo, mostrando como o *skeleton* organiza as variáveis em intervalos apropriados e categoriza os dados de forma eficaz. Essa estrutura não apenas facilita a visualização das relações espaciais, mas também serve como um ponto de partida para o cálculo dos pesos de evidência, que são cruciais para a modelagem analítica. Com um *skeleton* bem definido, é possível realizar uma análise mais robusta e informada, permitindo que decisões estratégicas sejam tomadas com base em dados claros e organizados.

Figura 14 – Etapa 2 de modelagem: elaboração do *skeleton* a partir do *cubemap/cuberaster*



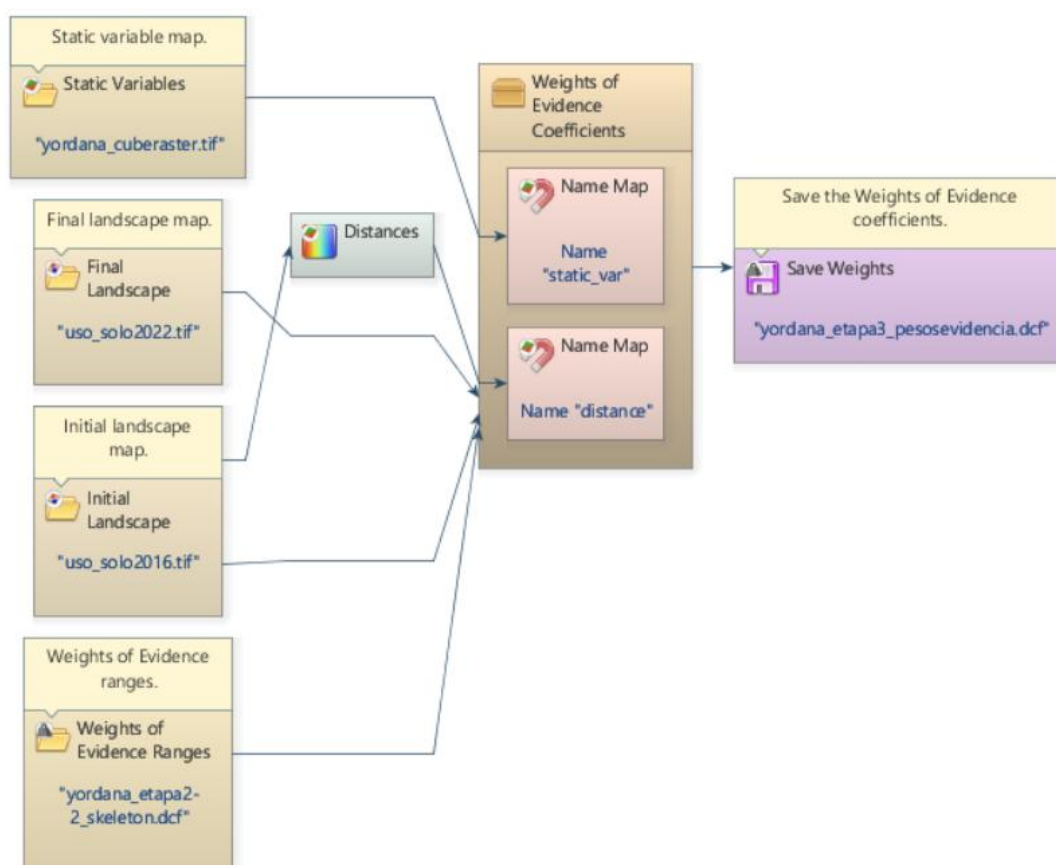
Elaboração: Própria Autora (2024)

A terceira etapa de modelagem consiste no cálculo dos coeficientes dos pesos de evidência. Os coeficientes resultantes são usados para derivar mapas de probabilidade de transição e, assim, seus resultados são inseridos em um modelo de simulação. Cada transição é tratada separadamente. A estrutura de modelagem da etapa 3 está indicada na Figura 15.

Os "pesos de evidência" referem-se a valores atribuídos a diferentes variáveis ou fatores em um modelo de análise espacial, que indicam a importância ou a relevância de cada variável na previsão ou na explicação de um fenômeno. Esses pesos são calculados com base em dados observacionais e ajudam a quantificar como cada variável contribui para o resultado desejado.

No contexto da modelagem, os pesos de evidência permitem combinar variáveis categóricas de forma a refletir suas influências relativas, possibilitando uma análise mais precisa e informada. Eles são fundamentais para entender como diferentes fatores interagem e afetam o fenômeno em questão, como a urbanização, a localização de serviços ou a gestão de recursos.

Figura 15 – Etapa 3 de modelagem: cálculo dos pesos de evidência

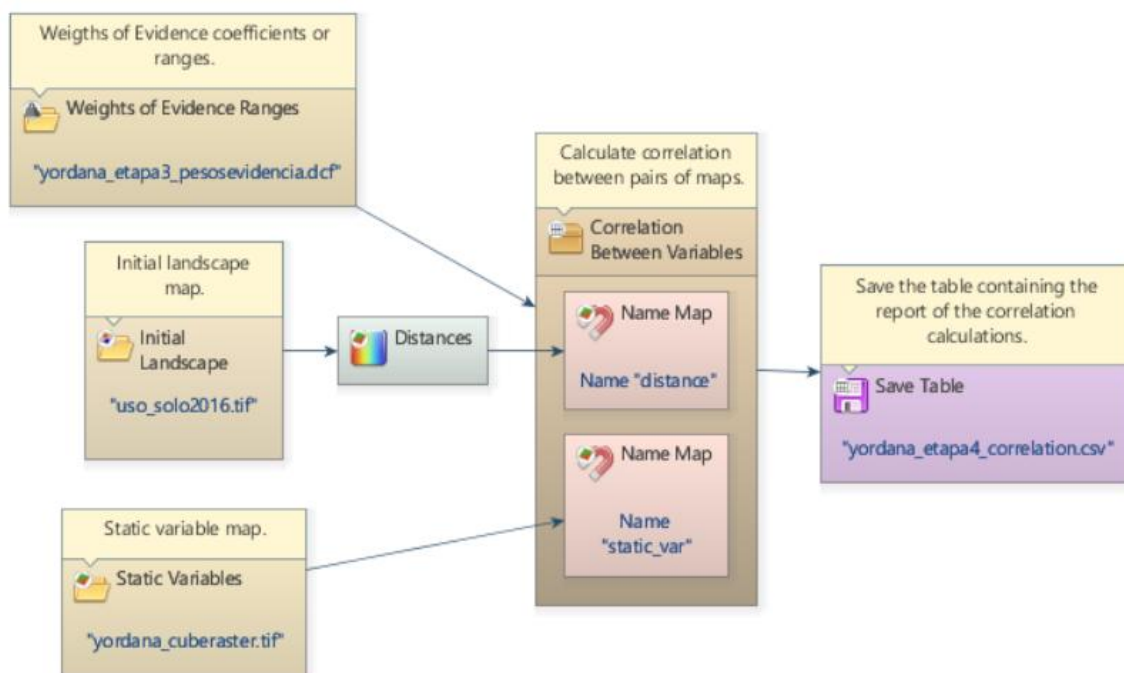


Elaboração: Própria Autora (2024)

Os pesos de evidência são correlacionados na quarta etapa de modelagem (Figura 16). Os mapas empregados no cálculo dos pesos de evidência são espacialmente independentes. Nessa etapa, o modelo realiza testes pareados para mapas categóricos para testar a suposição de correlação. Os métodos empregados são o Coeficiente de Cramers, o Coeficiente de Contingência e a Incerteza de Informação Conjunta.

A recomendação de Martins e Viégas (2020) é que a análise dos dados seja realizada observando o Coeficiente de Cramers e a Incerteza de Informação Conjunta. Nesse caso, excluem-se os valores acima de 0.50, ou seja, valores acima de 50% de correlação. Dessa forma, os ajustes foram realizados e em apenas três transições do modelo (11 para 24; 12 para 24; e 25 para 24), tiveram-se alguns dos parâmetros excluídos.

Figura 16 – Etapa 4 de modelagem: análise da correlação dos pesos de evidência



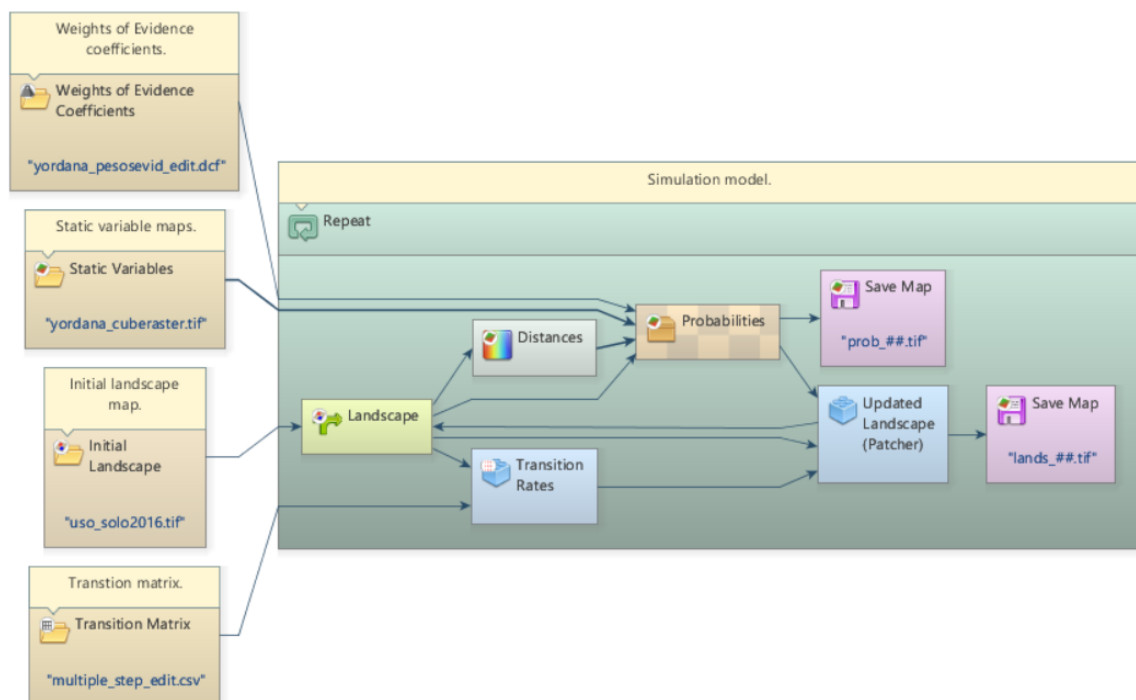
Elaboração: Própria Autora (2024)

A quinta etapa já representa os ajustes realizados e a modelagem em si da mudança de uso e cobertura da terra do próprio Dinamica EGO – utilizando o modelo LUCC (*Land Use and Cover Change*). Nessa etapa, a matriz de transição múltipla, calculada na etapa 1, foi editada para analisar apenas as transições que envolvam a área urbana (número 24), excluindo as demais transições (Figura 17).

O Dinamica EGO usa como regra local de autômato celular um mecanismo de transição composto por funtores complementares de transição que é o *expander* e o *pachter*. O *expander* é dedicado ao processo de expansão ou contração de manchas já existentes de certa classe, enquanto o *pachter* foi feito para gerar novas manchas através do mecanismo de semeadura – algoritmo interno do software para que as manchas possam crescer e formar novas manchas (Martins; Viégas, 2020).

Os valores inseridos se referem à métricas da paisagem expostas pelo tamanho médio da mancha, o coeficiente de variância e isometria. Para formar novas manchas, os valores terão que ser acima do tamanho do pixel convertido já estabelecido anteriormente, com isso, só formarão novas manchas valores acima de 0,01 hectare.

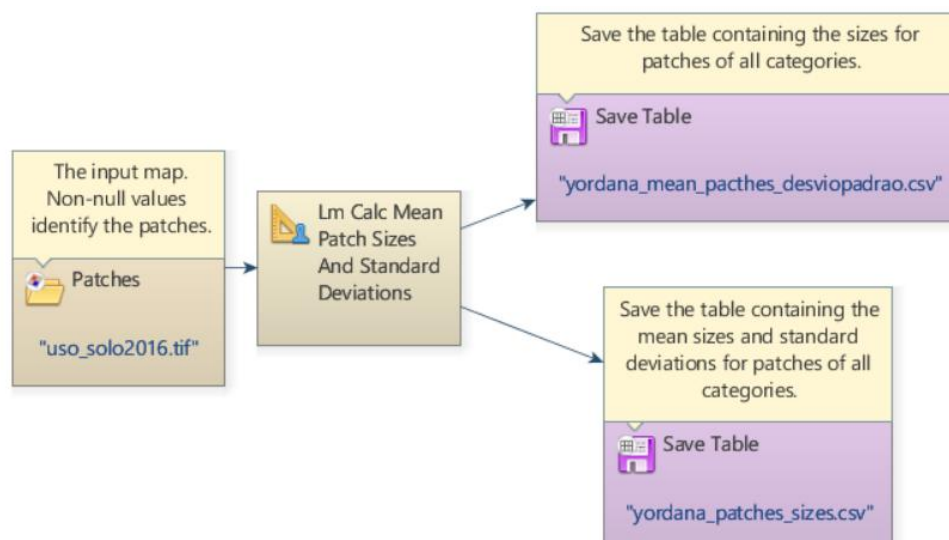
Figura 17 – Etapa 5 de modelagem: modelagem LUCC



Elaboração: Própria Autora (2024)

Para a sexta etapa de modelagem, são calculados os tamanhos médios dos *patches* e o desvio padrão do tamanho dos *patches* de diferentes categorias. Os resultados gerados são duas tabelas tipo .csv para cada cálculo realizado, conforme Figura 18.

Figura 18 – Etapa 6 de modelagem: cálculo do tamanho médio dos *patches* e desvio padrão



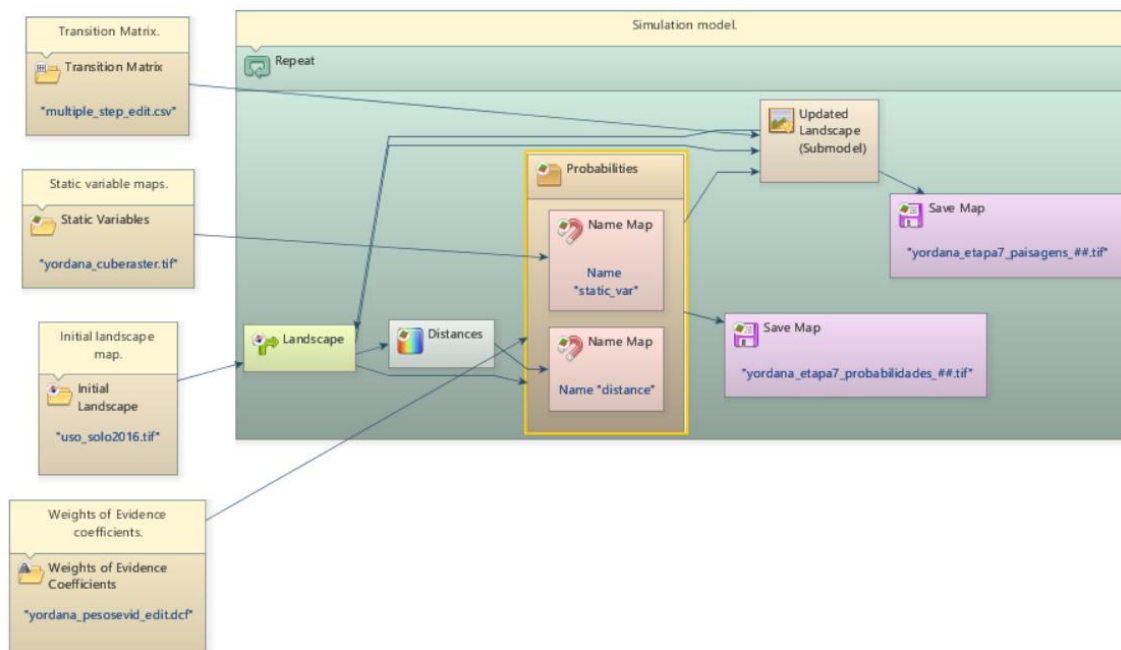
Elaboração: Própria Autora (2024)

Na sétima etapa (Figura 19) ocorre a parametrização do algoritmo *expander* (expansão ou contração de manchas para elementos existentes). Assim é possível que a modelagem gere manchas tipo *patcher* ou tipo *expander* na simulação. Na estrutura de ferramentas utilizadas nessa etapa, há a inserção do “*allocate transitions*” que gera mapas de paisagem a partir da matriz de transição, pesos de evidência e métricas da paisagem, gerando manchas na geometria do modelo.

As configurações utilizadas nesse operador (*updated landscape submodel*) seguiram as recomendações testadas e confirmadas por Martins e Viégas (2020):

- Percentual de 20% para expandir;
- Patch Expansion Parameters*: tamanho médio do patch de 22.7 Ha; variância do tamanho do patch de 1980.1 Ha; isometria do patch de 1.0;
- Patch Generation Parameters*: tamanho médio do patch de 22.7 Ha; variância do tamanho do patch de 1980.1 Ha; isometria do patch de 1.0.

Figura 19 – Etapa 7 de modelagem: parametrização do algoritmo *expander* e *patcher*, validação dos primeiros mapas de simulação da paisagem gerados



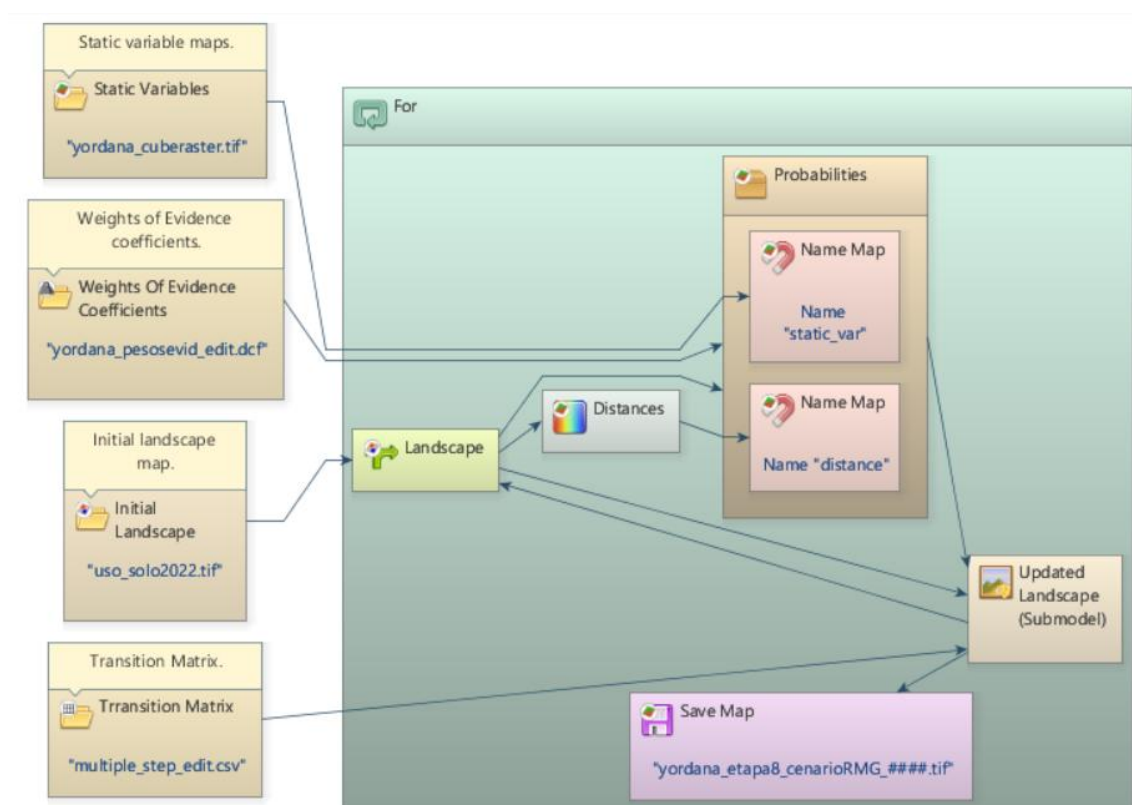
Elaboração: Própria Autora (2024)

Os mapas gerados em simulação são correspondentes aos anos de 2017 a 2022. Dessa forma, esses mapas simulados são comparados com os mapas reais para realizar os ajustes necessários de parametrização dos algoritmos utilizados. Somente após essa

validação, a última etapa é iniciada podendo gerar cenários futuros mais coerentes para o território em análise.

A oitava e última etapa consistiu na simulação validada da modelagem de cenários futuros para o uso e cobertura da terra. Todas as variáveis geradas foram inseridas em seus respectivos operadores e programadas para gerar interações de mapas de 5 em 5 anos de 2023 até 2048 (Figura 20).

Figura 20 – Etapa 8 de modelagem: simulação de cenários futuros para o uso e cobertura da terra da Região Metropolitana de Goiânia de 2023 a 2048



Elaboração: Própria Autora (2024)

Após gerar os mapas dos cenários futuros da RMG com o Dinamica EGO, utilizou-se o software CorelDraw para ilustração gráfica vetorial das ações e estratégias propostas para o território. Dessa forma, foram analisados nos cenários simulados como a expansão urbana e o espraiamento possivelmente ocorrerão se não houver diretrizes ou ações de controle do uso do solo. A partir disso, as estratégias dessa pesquisa foram delineadas utilizando como parâmetros as sobreposições sistêmicas entre as informações trabalhadas em cada eixo da Parte 1 – Ordenando a Cena e os cenários gerados na Parte 2 – Definindo a Cena.

The background of the page is a detailed, light gray map of a city, showing a dense network of streets and building footprints. A prominent white diagonal band runs from the bottom-left towards the top-right, partially obscuring the map. The text is centered over this band.

PARTE 1

| DEFININDO A CENA

A temática do espraiamento urbano requer um aprofundamento sobre uma diversidade de aspectos. É um tema amplo, complexo e recorrente nos atuais estudos dos processos metropolitanos. A fragmentação da ocupação urbana dispersa o controle do uso do solo e potencializa a manutenção da segregação socioespacial nos territórios metropolitanos. Seus impactos têm recebido alertas em questões de eficiência urbana, equidade social e demandas econômicas.

Em meio às necessidades atuais de estudos mais abrangentes sobre esse assunto, a pesquisa objetiva identificar e analisar os impactos do espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia (RMG) a fim de desenvolver cenários de ordenamento territorial voltados ao planejamento metropolitano possibilitando estabelecer diretrizes e ações para o desenvolvimento urbano integrado da RMG. Para tal, a Tese é dividida em duas partes: definindo a cena e ordenando a cena. A primeira seção efetiva as análises dos impactos do espraiamento e a segunda organiza as diretrizes de ordenamento territorial através de simulação de cenários para a RMG.

Sendo assim, essa primeira parte se destina a definir a cena urbana do espraiamento na Região Metropolitana de Goiânia. Com essa finalidade, apresenta-se o capítulo introdutório do referencial teórico, intitulado por “Urbanização e Espraiamento” que explora essa temática de maneira contextual e panorâmica em dois itens: i) Espraiamento urbano; e ii) Região Metropolitana de Goiânia.

Assim sendo, introduz-se uma perspectiva geral acerca do espraiamento urbano, seu contexto histórico; impactos e benefícios do espraiamento urbano; e o estado da prática: avaliando e mensurando o espraiamento. De maneira conseguinte, a pesquisa se direciona à compreensão do objeto de estudo através do item “Região Metropolitana de Goiânia”. Nesse item são apresentados i) o processo de expansão e metropolização e ii) o espraiamento urbano na RMG, visando compreender a formação da configuração urbana espraiada da RMG. Conjuntamente, demonstram-se as análises exploratórias e aplicadas dos mapas do espraiamento urbano nesse território.

Os mapas do espraiamento gerados no item anterior serviram como embasamento para as análises realizadas no próximo capítulo: “Análise sistêmica dos impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia”. Foram utilizadas análises quali-quantitativas, espacialização de variáveis e mapeamento

de dados através do uso de análises espaciais georreferenciadas. São adotadas uma série de sobreposições sistêmicas com os mapas de espraiamento para a construção dos mapas de avaliação dos impactos nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia.

A primeira parte da Tese se encerra com as reflexões parciais sobre o que foi abordado e analisado nessa primeira parte da pesquisa. Disserta-se sobre as considerações e resultados alcançados, vislumbrando organizar as informações e dados obtidos para a elaboração da segunda parte da Tese.

URBANIZAÇÃO E ESPRAIAMENTO

2

CAPÍTULO 2 – URBANIZAÇÃO E ESPRAIAMENTO

A urbanização consiste no processo de crescimento da população urbana de forma superior à população rural e gera, por consequência, o crescimento e desenvolvimento das cidades. Associado ao desenvolvimento da civilização e tecnologia, a urbanização se inicia com os fluxos migratórios vindos do campo em busca de acessos às melhorias de infraestrutura, trabalho, saúde e educação. Atualmente, no panorama das expansões urbanas, alguns fenômenos estão sendo observados pela mudança no padrão dos tecidos urbanos das cidades, dentre eles observa-se a alta incidência dos processos de espraiamento urbano. O espraiamento retrata o fenômeno urbano que possui um crescimento do tecido desconcentrado e não denso, propiciando vazios urbanos dentro da mancha urbana (Nadalin; Iglioni, 2015). Dessa forma, esse capítulo se dedica a construção da fundamentação teórica acerca do fenômeno do espraiamento urbano e como esse processo ocorre na Região Metropolitana de Goiânia.

2.1. O ESPRAIAMENTO URBANO

2.1.1. Contexto e conceitos

O entendimento do espraiamento urbano demanda uma digressão teórica para os termos e conceitos levantados nos primórdios da urbanização global através das configurações das cidades e civilizações contemporâneas. O crescimento das cidades e a urbanização do mundo sempre foram fatos notáveis e passíveis de investigação nos diversos campos da humanidade. Falar em cidades é muito mais que discorrer sobre um aglomerado de homens individuais e de conveniências sociais, trata-se de um produto vital dos processos sociais inerentes da natureza humana.

As sociedades primitivas, nos tempos remotos, eram configuradas por pequenos grupos humanos espalhados em um vasto território. Essa característica foi se alterando ao longo dos anos gerando sociedades modernas baseadas na concentração em agregados gigantescos que abrigavam centros menores de comando das ideias e práticas – aquilo que nomeamos como civilização. A cidade foi se configurando como “centro iniciador e controlador da vida econômica, política e cultural que atraiu as localidades mais remotas

do mundo para dentro de sua órbita”. Assim foram acontecendo as interligações entre os diversos povos e inúmeras atividades em um único espaço (Wirth, 1973, p.91).

A predominância das cidades retrata uma consequência direta da concentração de instalações e atividades industriais, econômicas e administrativas. Dessa forma, os fluxos migratórios foram se acentuando de forma a suscitar uma mudança da sociedade rural para uma hegemonicamente urbana. A partir do século XVIII, a industrialização funcionou como um motor para a urbanização da sociedade. Houve uma grande necessidade de mão de obra nas indústrias juntamente com uma redução do número de trabalhadores no campo, ou seja, uma atração pela cidade em concomitância com o êxodo do campo. Mumford (1998) afirma que o século XX foi marcado pela urbanização pois foi quando ocorreu de fato o predomínio da população urbana sobre a rural.

Era uma grande inconveniência estar longe das áreas mais centrais das cidades pela distância das infraestruturas urbanas e por serem muito caros os meios de transporte. Sendo assim, os centros das cidades eram ocupados pelas famílias mais ricas e as áreas periféricas ficavam para as pessoas mais pobres. Houve uma valorização do preço do solo nos centros das cidades e as indústrias migraram para terrenos nos entornos dos centros. A configuração das cidades passou a ter um centro dedicado aos comércios e negócios e os terrenos lindeiros ao centro eram destinados às indústrias e cortiços para trabalhadores. Assim, as densidades urbanas aumentaram significativamente e as cidades ficaram cada vez mais lotadas (TCRP, 2002).

Face a esse acelerado crescimento das cidades, os problemas urbanos nas cidades globais começaram a surgir. Degradação do meio ambiente, perda da qualidade de vida, problema de controle dos rejeitos, falta de moradia digna, problemas sanitários e de saúde, agravamento da violência e poluição, dentre outros. A urbanização, de modo geral, raramente é induzida por políticas governamentais, sendo assim, houve grave descontrole do uso do solo e uma expansão urbana extensiva e desordenada que gerou imensas áreas urbanas conturbadas.

Contudo, no contexto mundial, mesmo antes das cidades industriais terem se estruturado completamente, já havia o impulso de fuga do ambiente industrial pelos problemas complexos e insalubres que as cidades estavam entoando. A vida no campo ganhou um novo olhar e, à medida em que se afastava da cidade, mais se obtinha em saúde, liberdade e independência. Dessa forma, comunidades suburbanas foram tomando

forma provocando mudanças significativas no conteúdo social e na ordem espacial das cidades (Mumford, 1998).

Nos Estados Unidos, entre 1950 e 1970, o padrão de dispersão espacial das cidades foi fortemente marcado pela migração da população de áreas urbanas para as suburbanas. A expansão das rodovias e linhas de metrô permitiam que as pessoas vivessem fora das cidades que trabalhavam. Assim, a Revolução Industrial que, originalmente trouxe as famílias para os centros urbanos, agora forneceu os meios para elas deixarem as cidades (TCRP, 2002). Por volta dos anos 70, o movimento urbano parecia estar completamente estabelecido: famílias mais ricas continuariam a migrar para os subúrbios e as minorias raciais e econômicas se encontrariam cada vez mais concentradas nas cidades.

O padrão de urbanização havia mudado e estava ocorrendo de forma desordenada e insustentável. A expansão urbana estava sucedendo de forma dispersa, segregada, orientada para o automóvel e repleta de impactos à nível econômico, social e ambiental (Litman, 2015). Para caracterizar esse fenômeno urbano, *Urban Sprawl* (ou Espraçamento Urbano) foi o termo designado. A literatura sobre o tema deriva, em boa parte, dos Estados Unidos e, por se tratar de uma discussão urbana recente, ainda vem sendo construída e explanada atualmente em todo o mundo.

O espraçamento urbano se configura como um crescimento urbano espalhado de baixa densidade que consome quantidades significativas de recursos naturais e artificiais, incluindo muitos gastos em infraestrutura de obras públicas. Esse desenvolvimento apresenta uma extensão urbana externa quase ilimitada para futuras expansões pois ocorre de maneira rápida e significativa sob áreas rurais e áreas não desenvolvidas nos limites urbanos dos municípios (TCRP, 2002).

A lógica de uma área metropolitana espraçada consiste na formação de densas áreas populacionais e econômicas descentralizadas onde, entre as áreas de concentração de pessoas e a localização dos centros de empregos, configuram-se extensos territórios subutilizados, nomeados como “vazios urbanos” nessa pesquisa (Glaeser; Kahn, 2003). Os conceitos-chave do espraçamento são concentração e densidade, ou seja, há a formação de cidades policêntricas descentralizadas, mas com seus subcentros densificados (Nadalin; Igliori, 2015).

Algumas definições de espraçamento, organizadas por Galster *et al* (2001), sugerem que esse fenômeno retrata um padrão de desenvolvimento urbano geral com tendência à

descontinuidade. Ele caracteriza as cidades pelos padrões dispersos e de baixa densidade de desenvolvimento, além de apresentar incompatibilidade espacial entre empregos e moradia ou perda de qualidades ambientais. O espraiamento, para os autores, é a consequência ou efeito de alguma variável independente, como uma governança fragmentada, planejamento deficiente, alta dependência do automóvel ou zoneamento urbano excludente.

O espraiamento, torna os limites territoriais difusos devido à “dispersão da população, das atividades de consumo, da área construída e das atividades produtivas, muitas delas ligadas à indústria de ponta e aos serviços de informática e logística”. Sob enfoque econômico, permite que uma empresa se situe em locais próximos da aglomeração urbana, mas esquivando-se dos altos custos da cidade. Gera-se um dinamismo regional pela distribuição das mercadorias através das estradas, acompanhado de vários deslocamentos pendulares – viagens diárias por motivos de trabalho e/ou estudo (Bógus *et al*, 2021, p. 231).

Ríos (2021) sinaliza que a urbanização difusa das cidades se produz de maneira associada à proliferação de pequenas e médias empresas de atividade industrial. No mesmo sentido, o crescimento urbano vai precedendo a indústria e impulsiona dinâmicas de relocação, provocando fluxos dispersos de população e das empresas industriais.

O dinamismo regional é um produto da urbanização contemporânea, fruto das dinâmicas relacionadas à globalização, apresentando processos semelhantes em todo mundo. Nessa relação urbana, observa-se que, cada vez mais, o espaço de fluxos vem suplantando o espaço de lugares, tornando as fronteiras regionais e nacionais não-relevantes. Assim, juntamente com a expansão urbana espraiada e a fragmentação espacial, tem-se uma acelerada circulação de pessoas, mercadorias, capitais, dinheiro e identidades no espaço global. Esses fluxos personificam os processos de desterritorialização que acabam por deslocar as relações sociais (Brenner, 2018).

Esse processo de expansão urbana espraiada configura espaços marcados pela hierarquia de assentamentos populacionais, coexistência de rural e urbano, fragmentação de atividades e serviços, mudanças massivas do uso do solo, urbanização em âmbito periurbano, aumento do fluxo de migrações entre cidades e desenvolvimento de vantagens de aglomeração em escala regional. Embora o espraiamento continue a se manifestar como uma forma de expansão das cidades, esse fenômeno implica em uma

profunda transformação socioespacial de vários assentamentos com menor densidade, cada vez mais interligados aos grandes núcleos metropolitanos (Ríos, 2021).

O espraiamento é o retrato da cidade em crise: uma consequência imediata da condição urbana contemporânea em que a mercantilização é o ponto central (Brenner, 2018). Assim como em todos os produtos do trabalho, a cidade se torna uma mercadoria estimulada por interesses imobiliários e novas localizações de assentamento das elites urbanas em áreas de maior conveniência. Dessa forma, origina-se uma dinâmica socioespacial marcada pela segregação imposta às classes menos favorecidas, sobrando os limítrofes da cidade para sua ocupação (Passos *et al*, 2012).

Na teoria crítica urbana, as formas de urbanização contemporâneas geram amplas discussões. Para Brenner (2018), as cidades vão sendo organizadas para aumentar o lucro e acúmulo do capital, utilizando estratégias que servem para a extração das mais-valias e geram altos impactos sociais e ambientais. Há, para o autor, várias interseções sistêmicas entre o capitalismo e os processos de urbanização, demandando que se examinem o equilíbrio entre as forças sociais, as forças de poder e as desigualdades socioespaciais. Assim, o fenômeno do espraiamento ganha complexidade por exibir diversas contradições, tendências de crise e linhas de conflito urbanas.

Segundo Passos *et al* (2012), o fenômeno do espraiamento gera uma relação biunívoca entre percursos e evolução urbana, principalmente no que se confere à morfologia urbana e segregação. Dessa forma, um dos efeitos nocivos mais verificados pelos autores é o aumento das desigualdades sociais e espaciais que distanciam os pobres ainda mais das melhores oportunidades urbanas. As expansões das cidades espraiadas implicam em maiores distâncias entre os núcleos de desenvolvimento urbano em uma mesma dinâmica regional. Como resultado, geram-se mais deslocamentos atrelados a outro efeito nocivo do espraiamento que é o uso intensivo do transporte automotivo individual.

Enquanto nos Estados Unidos o símbolo do processo do espraiamento é a suburbanização das classes mais ricas, no Brasil a urbanização extensiva é preferencialmente representada pela periferização. A grande cidade brasileira se torna o local de todos os trabalhos e atividades, mas mantém a população de baixa classe

econômica em condições sub-humanas em suas periferias, tornando a cidade-polo uma criadora de pobreza (Santos, 2018).

Intensifica-se a urbanização e, de maneira conseguinte, criam-se espaços distintos e estratificados com moradores divididos em bairros de classes baixa, média e alta. Observam-se graves problemas segregacionais, tanto espaciais (distância entre moradias de diferentes grupos com localização estratégica para as moradias mais valorizadas) quanto sociais (distância de condições ao acesso e execução de políticas públicas e dificuldade para conseguir serviços de qualidade como ensino, saúde, empregos, cultura e lazer). No Brasil, a segregação é condicionada aos aspectos econômicos – endossando a lógica predatória capitalista da urbanização – tendo como responsáveis o Estado e a iniciativa privada (Silva, 2007).

Dentro do processo de segregação, a questão habitacional se encarrega dos maiores problemas como: altos aluguéis, imóveis ilegais, periferização e déficit habitacional. Soma-se a esses problemas a especulação imobiliária, que segura imensos vazios na cidade à espera de valorização, e as políticas sociais insuficientes que investem pouco no setor imobiliário de habitações populares. “Quanto mais a cidade cresce, mais se intensifica a segregação” e essa é, com certeza, uma das muitas consequências do espraiamento urbano (Silva, 2007, p.7).

O espraiamento, em todo o mundo, dificulta o acesso às infraestruturas urbanas e propicia o agravamento das desigualdades socioespaciais. Em síntese, o espraiamento urbano será definido nessa pesquisa por uma rápida expansão urbana de baixa densidade que ocorre de maneira desordenada e desconexa, gerando territórios subutilizados, dispersão entre os empregos e as residências, dependência automobilística e manutenção da segregação socioespacial.

Para melhor compreensão e aprofundamento da temática, os próximos subitens da pesquisa se dedicarão a listar os impactos e benefícios do espraiamento urbano e ainda apontar os estudos de avaliação e mensuração desse fenômeno.

2.1.2. Impactos e benefícios do espraiamento urbano

O mundo está experienciando uma rápida urbanização e, junto com ela, estão surgindo impactos econômicos, sociais e ambientais associados com os variados padrões de uso do solo que estão sendo desenvolvidos. O espraiamento urbano tem, por consequência, uma

série de impactos no âmago de seu fenômeno. Também proporciona benefícios, mas estes são principalmente benefícios internos diretos para residentes de comunidades suburbanas, não havendo benefícios externos significativos aos não residentes. As muitas falhas no planejamento urbano conduzem à expansão urbana espraiada, o congestionamento e tempos de viagem mais longos, as externalidades negativas da poluição e emissões de carbono, os problemas relativos à segregação e questões habitacionais, dentre outros.

Essas práticas contemporâneas de planejamento do uso do solo têm reforçado um ciclo de aumento e dependência do automóvel que refletem uma falta de consideração dos impactos totais destas decisões. A exemplo dessa assertiva, em comparação com o desenvolvimento do compacto, a expansão espraiada normalmente aumenta o consumo de terra per capita em 60-80% e, ao dispersar os destinos, aumenta o deslocamento total dos veículos motorizados em 20-60% (Litman, 2015).

À medida que a expansão concentra a pobreza em locais específicos da área urbana, alguns problemas sociais se exacerbam como a incidência de crime e a existência de famílias disfuncionais. Outro fator agravante é que, com as distâncias das aglomerações, aumentam-se os custos de infraestrutura e os gastos com bens importados (como veículos e combustível), tendendo a reduzir a produtividade econômica. E, ainda, em áreas urbanas espraiadas têm-se, normalmente, duas a cinco vezes mais taxas de mortalidade no trânsito do que nas comunidades com crescimento compacto (Litman, 2015).

O espraiamento urbano, incluindo a periferização, é o resultado de uma gestão urbana mal gerida (Floater; Rode, 2014). Gera-se uma expansão descontrolada do desenvolvimento urbano caracterizada por baixa densidade, segregação, uso frágil da terra, vazios urbanos e fornecimento insuficiente de serviços e infraestruturas urbanas. Reduz-se acentuadamente a “produtividade” urbana – em termos de dinâmica e funcionalidade espacial – e altera negativamente a qualidade de vida de uma grande parcela da população.

Litman (2015) organiza esses impactos de forma hierarquizada propiciando um entendimento sequencial e espacial ocasionados pelo espraiamento urbano. Conforme a Figura 21, a dispersão das atividades e o aumento no desenvolvimento per capita reduzem a acessibilidade, elevam os custos de infraestrutura, aumentam as distâncias de viagem e reduzem os recursos naturais. Dessa maneira, reduz-se as opções de mobilidade, tem-se

maiores viagens de veículos per capita e reduz-se a produção agrícola e os serviços ecológicos.

Tais impactos levam a resultados econômicos exponenciais como a redução da saúde e capacidade física, redução de oportunidades econômicas para não-condutores, aumentam os acidentes, poluição e congestionamentos, ampliam os espaços e infraestruturas para os automóveis, além de aumentar o preço dos alimentos e ofertar menos ar e água limpos.

Figura 21 – Diagrama dos impactos de recursos do espraiamento urbano



Elaboração: Adaptado pela autora de LITMAN (2015).

O efeito do espraiamento nos padrões rarefeitos do tecido urbano requer altos investimentos na provisão de infraestruturas sanitárias e de transportes, além do incremento de custo e tempo das viagens. Ressalta-se que as cidades espraiadas podem ter um aumento no gasto anual de 50% a mais em infraestrutura pública do que as cidades que possuem um crescimento inteligente (Pires, 2018).

Na medida em que a expansão urbana concentra a pobreza nos bairros periféricos, tende-se a agravar os problemas sociais como crime e exclusão social pois são as pessoas mais desfavorecidas economicamente que são isoladas dos centros urbanos. Há a manutenção da segregação espacial acentuada pela distribuição espacial profundamente desigual em termos de moradia, renda, oferta de serviços e de infraestrutura urbana (Romanelli; Abiko, 2011). O fenômeno do espraiamento ainda corrobora com a especulação imobiliária que promove a valorização copiosa das terras e lotes nos vazios

intersticiais. Esses e vários outros impactos do espraiamento urbano estão compilados no Quadro 10.

Quadro 10 – Impactos do espraiamento urbano

Processos socioespaciais
• Descentralização residencial da alta renda; • Periferização residencial da baixa renda; • Aumento da exclusão social e dos crimes.
Sistema de mobilidade e acessibilidade urbana
• Maiores tempos de viagem e de espera ao transporte público coletivo; • Aumento dos deslocamentos pendulares diários; • Mobilidade orientada ao automóvel, reduzindo o espaço para modos de transportes como bicicleta e caminhadas; • Serviço de transporte público menos eficiente e mais caro pelas grandes distâncias; • Distribuição desigual de acessibilidade sobre o território; • Vias destinadas para maximizar o espaço do automóvel com alto volume de tráfego e velocidade de deslocamento; • Aumentos dos acidentes e congestionamentos.
Problemas no subsistema de uso do solo
• Monofuncionalidade residencial nas regiões periféricas; • Concentração das oportunidades de empregos no núcleo do território metropolitano; • Atividades urbanas mais dispersas; • Valorização de terras e lotes nos vazios intersticiais por meio da especulação imobiliária.
Custos governamentais e pessoais
• Aumento dos custos destinados à oferta de infraestrutura para circulação de automóveis com alargamentos viários, novas vias e viadutos; • Aumento com gastos em combustíveis; • Aumento de 10 a 40% dos custos em serviços públicos.
Impactos ambientais
• Aumento da poluição devido à grande quantidade de veículos automotores em circulação; • Água e ar menos limpos devido à emissão de poluentes; • Reduz terras agrícolas e recursos naturais.

Elaboração: Própria autora (2024) baseado em Lima *et al* (2021); Pires (2018); Litman (2015).

Os benefícios do espraiamento urbano são mais observados no contexto norte-americano e estão relacionados a benefícios internos que atingem diretamente a qualidade de vida dos moradores das regiões de baixa densidade. Há a presença de terrenos mais baratos, residências maiores, redução da exposição da população à barulho e poluição, melhores escolas e menores taxas de criminalidade – desde que se consiga arcar com os

altos custos. Além disso, os terrenos mais afastados geram fluxos rodoviários de conexão com os centros, que propiciam mais fluidez e menos congestionamentos.

Em relação ao ordenamento do território, os vazios urbanos existentes – muitas vezes à espera de valorização pela especulação imobiliária – podem ser convertidos em novas centralidades mais densificadas. O Quadro 11 lista os benefícios do espraiamento no contexto norte-americano, ressaltando que nem todos os itens são aplicáveis para a realidade brasileira.

Quadro 11 – Benefícios do espraiamento urbano no contexto norte-americano

Benefícios relacionados à moradia
• Os terrenos afastados do centro de uma área metropolitana são mais baratos, consequentemente as habitações têm um preço mais baixo e acessível; • Os tamanhos médios dos lotes são maiores, proporcionando mais espaço externo para jardins; • As dimensões médias das habitações são maiores nas áreas mais afastadas.
Benefícios relacionados ao transporte
• As pessoas que trabalham fora dos centros metropolitanos possuem um tempo de deslocamento menor até o trabalho pois podem viajar mais rápido em áreas periféricas menos densas; • Há menos congestionamento em bairros de baixa densidade.
Benefícios no ordenamento do território
• Os vazios urbanos que são deixados podem se converter futuramente em densidades mais altas se tiver planejamento para tal demanda.
Qualidade de vida e benefícios sociais
• Maior segurança e menores taxas de criminalidade; • Podem ser aplicadas estratégias de fragmentação do governo local para autogovernos que geram maior variedade de combinação de taxas de impostos e serviços locais; • Melhores escolas; • Maior prestígio social.

Elaboração: Adaptado pela autora de TCRP (2002).

Os impactos e benefícios observados podem variar dependendo das condições e perspectivas. Contudo, as conceituações teóricas que foram explicitadas demonstraram que os padrões urbanos rarefeitos contribuem – e muito – para os grandes problemas urbanos que a sociedade contemporânea enfrenta atualmente. Enfatiza-se que as implicações negativas dessa expansão urbana são maiores que os benefícios e abalam veemente as dimensões ambientais, sociais e econômicas.

2.1.3. Estado da prática: avaliando e mensurando o espraiamento

A análise do espraiamento leva em conta alguns importantes resultados a respeito do modelo da densidade e do raio da mancha urbana. Dessa forma, a medida do espraiamento urbano é geralmente orientada por algumas variáveis como *concentração* e *densidade*. No quesito da concentração, relaciona-se à localização do centro da cidade, surgindo avaliações quanto a monocentralidade, policentralidade e geração de subcentros. Quanto à densidade, explana-se que o espraiamento sempre implicará em uma queda da densidade, seja ela residencial ou de empregos. Dessa forma, as avaliações do crescimento da mancha urbana poderão apontar e direcionar as análises acerca do fenômeno por demonstrar as alterações tanto na fronteira da cidade quanto nas densidades urbanas (Nadalin; Iglioni, 2015).

Nadalin e Iglioni (2015) apontam que a medida do espraiamento é impactada pelo “crescimento da mancha urbana (mudança na fronteira de um momento no tempo para outro)” levando em conta ainda o “quão compacto é esse crescimento (reflete a densidade)”. A forma de mensuração dos autores mencionados é inspirada na ideia de Glaeser e Kahn (2003) que mensuram o espraiamento urbano pela *descentralização* e *densidade*, afirmando que o espraiamento sempre implicará na queda da densidade.

Glaeser e Kahn (2003) realizam a construção de índices que apontam as descentralizações baseadas nas densidades populacionais e nas densidades de empregos. A descentralização se refere à expansão do emprego e da população em toda a área metropolitana. A densidade refere-se ao grau em que o emprego e a população estão centrados em áreas de alta densidade. Esse modelo pode ser medido de duas formas: i) de maneira relativa às áreas que são subdivisões do total da cidade, permitindo um comparativo entre as áreas centrais com as áreas distantes e; ii) uma medida global de toda a cidade, permitindo um comparativo com outras cidades.

A perspectiva da mobilidade urbana também é levada em consideração. O foco nos deslocamentos pendulares por motivo de trabalho e/ou estudo expõe muitos dados importantes para a análise do espraiamento e elucida os níveis de interação entre as cidades com a metrópole. Aliado à mobilidade urbana, outro tema retratado nas mensurações do espraiamento é o valor das terras. Nas zonas de expansão, o valor da terra é sempre menor do que nas áreas mais centrais e desenvolvidas. A conformação espacial

das cidades no capitalismo contemporâneo é diretamente influenciada pelo conceito de renda da terra e do fenômeno da especulação imobiliária.

A concepção da relação entre o conceito de renda da terra e o espraiamento é trabalhada por Almeida e Monte-mór (2017) que apontam a degradação das antigas centralidades, a ocupação dos subúrbios pela elite em condomínios fechados e ainda a dispersão dos empregos em indústrias localizadas nas periferias metropolitanas. Assim, “supõem que o preço e a renda da terra são mais altos no CBD [*Central Business District* ou centro de negócios da cidade] e que decrescem a partir de um gradiente conforme se afasta desse ponto” (Almeida; Monte-Mór, 2017, p. 418). A renda da terra também é utilizada como uma possível variável de mensuração do espraiamento urbano.

Em 2014, a Smart Growth America (SGA) lançou a pesquisa “*Measuring Sprawl*” (Medindo o Espraiamento) realizada em 221 Áreas Metropolitanas dos Estados Unidos. Nesse estudo, foram utilizados quatro fatores principais de avaliação:

- i) densidade de desenvolvimento: para esse indicador foram utilizados dados de seis variáveis coletadas como densidade total dos setores censitários urbanos e suburbanos; percentual da população que vive em baixa densidade em áreas suburbanas; percentual da população que vive em áreas de média e alta densidade; densidade urbana no total de terrenos construídos; concentração relativa de densidade em torno do centro das áreas metropolitanas; e densidade de emprego.
- ii) uso de solo misto: combina as variáveis do percentual de empregos para a população total; variedade de empregos dentro dos setores censitários; e “*WalkScore*” (índice de acessibilidade) de cada setor censitário.
- iii) centralização de atividades: mede quanto a densidade populacional e a densidade de empregos diminuem a partir do centro da região metropolitana.
- iv) acessibilidade nas ruas: para esse fator são utilizadas variáveis como comprimento médio do quarteirão; percentual de tamanho de quarteirões urbanos; densidade de cruzamentos de ruas; e porcentagem de quatro vias ou mais interseções, que serve como medida de conectividade das ruas.

Nessa pesquisa da SGA os quatro fatores foram combinados em igual peso para gerar o Índice de Espraiamento de cada região metropolitana. O índice médio foi definido em

100, o que significa que áreas com pontuação superior a 100 tendem a ser mais compactas e conectadas e áreas com pontuação inferior a 100 são mais espalhadas (SGA, 2014).

Outras formas de avaliar e mensurar o espraiamento urbano tem sido desenvolvidas por Galster *et al* (2001) baseadas em oito dimensões distintas de padrões de uso da terra: densidade domiciliar, continuidade da densidade urbana, concentração da densidade urbana em relação ao território, agrupamento de usos, centralidade residencial e de empregos em relação ao núcleo urbano, nuclearidade de um padrão de desenvolvimento dentro da área urbana, usos mistos e proximidade entre os diferentes usos. Assim, identifica-se o espraiamento de uma região como uma condição de uso da terra que é representada por valores baixos em uma ou mais dessas dimensões.

No estudo dos autores, as oito dimensões foram operacionalizadas e testadas em 13 áreas urbanizadas de diferentes regiões dos Estados Unidos da América (EUA) com distintas estruturas econômicas e composições demográficas. A escala utilizada foi uma grade de uma milha quadrada que foi sobreposta nessas áreas. Primeiramente, realizaram a classificação das áreas urbanas em três tipos: residencial, não-residencial e não-desenvolvido (considerando recursos naturais, uso público ou barreiras regulatórias). E, por restrições de recurso e tempo, testaram apenas as áreas residenciais. Cada dimensão foi operacionalizada com fórmulas computacionais – desenvolvidas especificamente para a pesquisa dos autores – seguidas pela realização da operação *Z score* a fim de se obter um índice composto de espraiamento para se comparar tais dimensões (Galster *et al*, 2001).

Como resultado da pesquisa de Gaster *et al* (2001), as áreas com maior grau de expansão – ou seja, com a pontuação mais baixa no índice composto – foram Atlanta, seguida por Miami, Detroit e Denver. Já as áreas com menor grau de expansão eram todas áreas mais antigas do Nordeste e Centro-Oeste: a área de Nova York teve a menor expansão, seguida por Filadélfia, Chicago e Boston. Através dessa aplicação da pesquisa dos autores, nota-se que, através da seleção de múltiplas variáveis, juntamente com o uso de técnicas estatísticas, é possível determinar até que ponto as dimensões urbanas estão

intimamente associadas a outras – possibilitando desenvolver índices que combinem alguns ou todas as dimensões.

Visando escolher as variáveis para análise do espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia, será apresentado no Quadro 12 um levantamento dos campos de análise mais utilizados segundo o foco abordado nos estudos de alguns autores.

Quadro 12 – Variáveis de análise do espraiamento urbano segundo os autores estudados

VARIÁVEIS	GLAESER E KAHN (2003)	TCRP (2002)	NADALIN E IGLIORI (2010)	LITMAN (2015)	GALSTER <i>et al</i> (2001)	OJIMA (2007)	SMART GROWTH AMERICA (2014)	ALMEIDA E MONTE-MÓR (2017)
Densidades Urbanas	X	X	X	X	X	X	X	
Centralidades	X		X		X		X	X
Localização dos centros de empregos	X				X	X		X
Vazios urbanos	X	X			X			
Dependência automobilística			X	X	X			
Área urbana expandida		X	X	X	X	X	X	X
Renda da terra								X

Elaboração: Própria autora (2024)

Dentre os diversos autores estudados, as variáveis de espraiamento urbano que são mais consideradas para avaliar e mensurar o fenômeno são a densidade urbana e a área urbana expandida. Outras variáveis que foram observadas em maior incidência se relacionam com as centralidades e a localização dos centros de empregos. Dessa forma, a área urbanizada foi a variável selecionada para mensurar do espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia. Por área urbanizada entende-se o mapeamento das manchas urbanas por imagens de satélite para acompanhar o estágio de urbanização do território (IBGE, 2017). Contudo, ressalta-se que a variável de área urbanizada não representa o espraiamento em si, mas auxilia no entendimento e leitura desse fenômeno urbano a partir da comparação com outras variáveis (a serem utilizadas nas dinâmicas territoriais).

2.2. A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

2.2.1. O processo de expansão urbana e metropolização da Região Metropolitana de Goiânia

O Brasil no período colonial, entre 1500 e 1720, era essencialmente agrícola e as cidades eram mais uma “emanação do poder longínquo, uma vontade de marcar presença num país distante” (Santos, 2018, p. 19). A urbanização começa a se desenvolver a partir do século XVIII quando a casa da cidade se torna a residência mais importante do senhor de engenho e assim, entre 1940 e 1980, ocorre uma verdadeira inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira. Houve um grande deslocamento da população de elite rural para as cidades, impulsionando o crescimento econômico e, consequentemente, atraindo mais pessoas (Santos, 2018; Cardoso *et al*, 2011).

A indústria se torna o setor mais importante da economia e transforma um país agrário-rural em um urbano-industrial. A cidade predomina sobre o campo e o Brasil passa a gerar um desenvolvimento urbano com muitos desequilíbrios regionais e sociais. O modelo de crescimento passa a ser urbano extensivo como uma “mancha de óleo com um centro e uma periferia de forma tentacular em contínua expansão”. Esse crescimento urbano geralmente seguia os eixos viários pela oferta de infraestrutura básica e serviços urbanos (Romanelli; Abiko, 2011, p.1).

As cidades brasileiras começaram a crescer de maneira não controlada, superando seus limites administrativos e fundindo seus núcleos ou áreas urbanas com outros municípios à sua volta (Pires, 2018). Essa expansão urbana extensiva gerou a denominada “metropolização” que consiste em uma cidade formada por vários municípios, ou seja, conurbações de vários núcleos urbanos em torno de uma cidade nuclear (IPEA, 2011). Segundo o IBGE (2020, p.13), a cidade “pode vir a ser composta não apenas por um, mas por vários municípios que são indissociáveis como unidade urbana”. Esses municípios conurbados “possuem forte movimento pendular para estudo e trabalho, com tamanha integração que justifica considerá-los como um único nó da rede urbana” (IBGE, 2020, p.13). Assim, os processos de conurbação e metropolização marcaram o século XX na urbanização brasileira. Cidades intermediárias se desenvolveram ao lado de cidades locais com um tecido urbano difuso – consequência do capitalismo e especulação imobiliária (Santos, 2018).

Emergiram arranjos espaciais espalhados com novos assentamentos urbanos próximos às grandes cidades ou às grandes vias de comunicação. Formou-se um novo tipo de cidade, a metrópole, de “morfologia difusa, seletiva, mais dispersa e fragmentada” fruto de uma “desdensificação” da cidade e do espaço agrário (Moura, 2012, p.7). A partir da década de 1970, as primeiras regiões metropolitanas foram criadas intensificando um processo de integração do território a partir de uma cidade-núcleo com compartilhamento de funções de interesse comum com as cidades circunvizinhas (IPEA, 2011).

Sob a perspectiva da urbanização e metropolização brasileira, toma-se como referência a expansão urbana na Região Metropolitana de Goiânia, objeto de estudo dessa pesquisa. Esse território contempla as mudanças abordadas da morfologia urbana brasileira com a presença de uma metropolização expandida, ou seja, uma expansão territorial metropolitana decorrente de uma periurbanização imoderada – da qual o tecido urbano prolifera e se estende.

A urbanização da cidade de Goiânia ocorreu por múltiplos fatores exógenos e endógenos. Ter uma capital em Goiás era um fato explorado por algumas oligarquias desde 1749, mas esse desejo só se materializou de fato em 1933 com o surgimento da nova capital Goiânia. Ainda caracterizada por uma cidade pequena, com poucas residências e prédios públicos, essa realidade só veio a se alterar após incentivos de políticas públicas para a ocupação do Centro-Oeste do país. Em 1940, Getúlio Vargas promoveu a “Marcha para o Oeste” que impulsionou um rápido crescimento demográfico da população através de incentivos à migração, criação de estradas, reforma agrária e incentivo à agricultura e pecuária (Rodrigues, 2006).

Apesar de já haver alguns poucos municípios nesse território, Goiânia se conformou como um propulsor espacial para que outros municípios fossem criados em seu entorno. A formação do espaço urbano de Goiânia, Segundo Goiás e UFG (2017) e Moysés (2005), ocorreu em três períodos. O primeiro período de urbanização é marcado pelas primeiras construções em 1933 que atraiu mão-de-obra para a construção da cidade. O segundo período se inicia a partir de 1950, já que com os incentivos da Marcha para o Oeste houve intensificação das migrações e a construção de novas estradas. O terceiro período, após 1970, foi marcada pela centralização do poder e avanço do capital sobre o campo, reforçando o contingente populacional e delineando um “espaço de fluxos” entre Goiânia e seus municípios adjacentes.

Segundo Cunha (2017), Goiânia possui alguns determinados vetores (eixos) de crescimento que direcionam sua expansão urbana e metropolitana. “Trata-se de eixos viários e rodoviários que compõem um sistema radioconcêntrico e desempenham importante papel na estruturação metropolitana” (Cunha, 2017, p. 109). Os vetores servem de base para a compreensão da expansão metropolitana em sua totalidade. No caso da RMG, esses acompanham os principais eixos viários/rodoviários e o centro metropolitano, apontando que a expansão metropolitana em estudo se relaciona de forma direta com a oferta de infraestrutura urbana e econômica (Cunha, 2017; Pires, 2018).

Apesar dos espaços vazios, Goiânia se expandiu sob a justificativa da “demanda de moradias e sob a tutela do capital imobiliário” e avançou para a periferia e em direção às cidades do entorno (Soares, 2015, p. 39). Foi assim que, a partir de então houve um expressivo aumento da densidade populacional e possibilitou uma primeira percepção de metrópole goiana e seu espaço regional. Em 1983 foi criado o Aglomerado Urbano de Goiânia (AGLURB) sendo composto por 10 municípios. De 1983 a 1998, ocorreram mais 6 modificações no AGLURB de Goiânia até, em 1999, atingir a configuração de Região Metropolitana de Goiânia (RMG) com 11 municípios (Goiás; UFG, 2017).

A composição atual da RMG está determinada na Lei Complementar nº 149/2019 e reúne 21 municípios: Goiânia, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturai, Goianápolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santa Bárbara de Goiás, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Terezópolis de Goiás e Trindade (Goiás, 2019). É representada em um território de 7.481,84 km², com um total de 2.571.349 habitantes e possui densidade demográfica aproximada de 343,67 hab/km² (IBGE, 2021).

De maneira representacional, a realidade urbana da dicotomia de um centro verticalizado e uma periferia horizontalizada se estabeleceu na RMG. Ao longo da evolução urbana desse território, a distribuição da população ocorreu de maneira muito desigual, agrupando-se no centro, mais precisamente nos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo. Essa concentração atribuiu maior complexidade aos problemas urbanos, “em especial no que diz respeito à circulação e ao atendimento dos fluxos de viagens, principalmente do transporte coletivo” (IPEA, 2015, p.23).

A Região Metropolitana de Goiânia expõe um processo de fragmentação territorial impellido pelas lógicas de tensões e interesses diversos no uso do solo. Constatase a existência de problemas com a ocupação do solo, especulação imobiliária e conflitos intermunicipais (Goiás; UFG, 2017). Essa fragmentação territorial, ou espraiamento urbano, é fruto de um crescimento urbano extensivo que ocorreu de forma dispersa nos municípios periféricos da capital e apresenta grandes impactos sociais, ambientais e econômicos.

2.2.2. Espraiamento urbano na Região Metropolitana de Goiânia

O espraiamento na Região Metropolitana de Goiânia é um dos temas centrais dessa pesquisa. Sendo assim, seguindo a metodologia proposta para esse estudo, esse item se propõe realizar uma análise espacial e dados para compreender como esse fenômeno se configura na RMG. Serão apresentados os mapas temáticos e a análise de autocorrelação espacial dessa variável.

Para representar o espraiamento urbano, define-se as áreas urbanizadas enquanto variável de manipulação que elucidam o estágio de urbanização através do mapeamento das manchas urbanas por imagens de satélite. Para tal, foram utilizadas a mancha urbana de 2010 disponibilizadas pelo SIEG (2016) e a mancha urbana 2023 desenvolvida pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (LAPIG/UFG).

O processo de expansão da Região Metropolitana de Goiânia tende a acompanhar os principais eixos viários/rodoviários e o centro metropolitano, apontando que a expansão urbana em estudo se relaciona de forma direta com a oferta de infraestrutura urbana e econômica. São eixos que compõem um sistema radiocêntrico na estrutura metropolitana que, segundo Cunha (2017), servem de base para a compreensão da expansão metropolitana em sua totalidade (Figura 22).

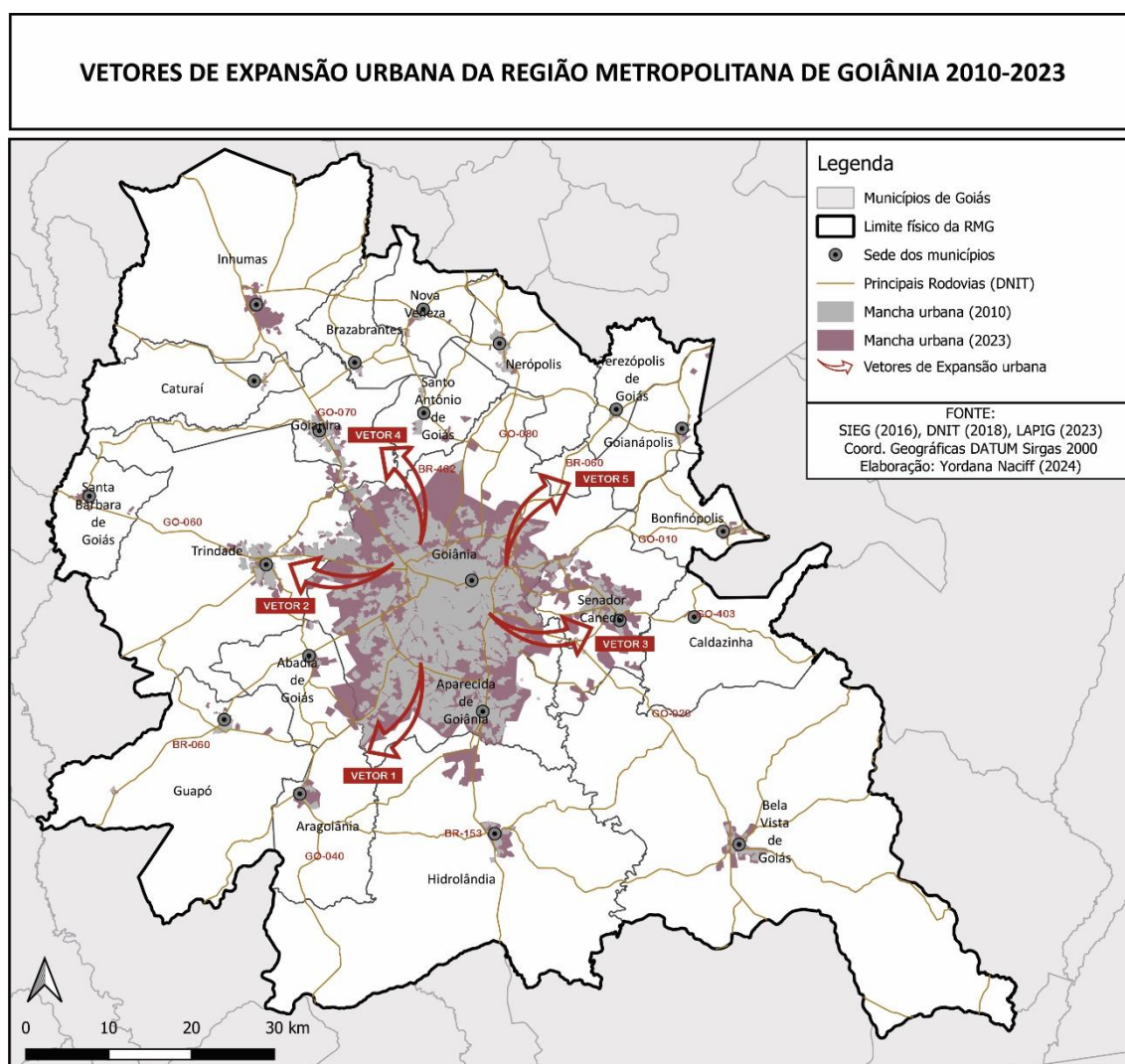
Com o surgimento de novos polos comerciais e de atividades econômicas, houve a criação de novas configurações dos fluxos de tráfego e, consequentemente, novas demandas viárias (IPEA, 2015). O primeiro vetor de crescimento se estabeleceu a sul do território com a conurbação com o município de Aparecida de Goiânia. Esse município

apresenta ainda muitas características de cidade periférica da capital por ainda apresentar altos volumes de fluxos pendulares e uma significativa dependência de empregos e estudo.

No eixo Leste-Oeste, abrigando os municípios de Trindade (vetor 2) e Senador Canedo (vetor 3), surgiram vários loteamentos nos limites urbanos da capital que geraram o mesmo efeito de conurbação observado no vetor 1. Já o município de Goianira (vetor 4) apresenta uma forte incidência de bairros populares margeando a rodovia GO-070 que continuam em expansão. Em decorrência de tais fenômenos, segundo IPEA (2015, p.23), essas ligações rodoviárias entre os municípios periféricos e o núcleo exibem uma “ocupação lindeira por núcleos habitacionais e loteamentos, em especial na aproximação com a cidade, que dão a estas vias de função rodoviária um uso urbano”.

O vetor 5 de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia possui uma particularidade frente aos outros vetores. Trata-se da expressão de um processo de urbanização concentrado do eixo Goiânia-Anápolis-Brasília. É uma região que já reúne uma parte significativa da população, possui a vantagem de um vínculo direto à rede de transportes (BR-153) e ainda uma alta oferta de serviços urbanos escolares, sanitários e comerciais (Soares, 2015).

Figura 22 – Vetores de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia 2010-2023



Elaboração: Própria autora (2024).

Em busca de uma maior exploração do fenômeno do espraiamento urbano no território da Região Metropolitana de Goiânia, a mancha urbana (LAPIG/UFG, 2023) foi manipulada dentro dos setores censitários da RMG (IBGE, 2022) resultando em uma porcentagem de ocupação da área urbanizada em cada setor (Figura 23). Amplia-se, dessa forma, as possíveis análises acerca do espraiamento da Região Metropolitana de Goiânia e possibilita a percepção qualitativa e quantitativa de distribuição da urbanização e ainda o padrão de ocupação nesse território.

O percentual de área urbanizada foi classificado em 4 classes (0-20%; 20-50%; 50-85%; 85-100%) utilizando por referência método de classificação de quebras naturais de Jenks que agrupa os dados minimizando o desvio médio dentro de cada classe e ainda

maximiza o desvio entre as classes. A otimização na espacialização dos dados refletiu a forma de ocupação desse território baseado na dicotomia centro/periferia, elucidando os processos de conurbação entre os municípios.

Figura 23 – Área urbanizada por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

As maiores concentrações urbanas (85-100%) correspondem às sedes dos municípios e ao núcleo do território (as cidades de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo). Nota-se que há um padrão de ocupação linear com percentuais entre 20-50% de urbanização que ocorrem predominantemente em uma direção que, na grande maioria dos casos, está intimamente ligada às rodovias que dão acesso a Goiânia. São áreas suscetíveis às futuras conurbações urbanas.

A compilação de áreas urbanizadas por setores exhibe o sistema radiocêntrico de ocupação e comprova a orientação dos vetores de expansão da Região Metropolitana de Goiânia. De maneira espraiada, as periferias do núcleo abrigam vazios urbanos com territórios subutilizados de 0-20% de ocupação que ficam entre o núcleo densificado (85-100%) e outros setores de ocupação mediana entre 20-85%.

Nota-se ainda que o padrão de ocupação de 20-50%, localizados no limítrofe dos perímetros urbanos, conotam a presença de periferias muito próximas a padrões urbanizados mais densos. São os bairros mais afastados, carentes de infraestrutura e com baixa disponibilidade de equipamentos públicos básicos. Segundo Silva (2021), os bairros periféricos crescem em locais com risco ambiental, estão geograficamente distantes do centro da cidade e possuem em sua maioria uma população de baixa renda. Há ainda, nesses bairros, uma segregação reforçada pela precária estrutura de mobilidade urbana com acessibilidade dificultada aos outros locais da cidade. Eis aqui uma relação importante estabelecida entre várias dimensões urbanas como o espraiamento, a mobilidade, a renda e a variável ambiental. São esses alguns dos itens de investigação do próximo capítulo.

O espraiamento urbano se revela ainda mais presente na análise da autocorrelação espacial calculado pelo Índice de Moran (Figura 24) que expõe se os valores armazenados nas feições geográficas são ou não agrupados (cluster), aleatórios (não significante) ou dispersos (outlier). Esse tipo de análise indica os agrupamentos espaciais significativos, observando cada valor no contexto de todos os outros valores e, ao mesmo tempo, observar cada valor no contexto de seus valores vizinhos.

Os setores com altas densidades de urbanização (*High-High Cluster*) estão localizados no centro da RMG englobando os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, como um grande núcleo densificado. No entorno encontramos uma dispersão nos valores de urbanização pela presença de valores baixos em meio a valores altos (*Low-High Outlier*). Essas áreas com baixa densidade de urbanização se localizam nas zonas de expansão e conurbação do núcleo da RMG. Esse *outlier* indica a presença de territórios periféricos, pouco densificados e próximos do núcleo, ou seja, são as áreas mais espraiadas do território.

Figura 24 – Autocorrelação espacial (cluster e outlier) da área urbanizada por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

O *High-Low Outlier* indica outra interpretação importante. Trata-se da localização de valores altos de urbanização em meio a valores baixos do entorno. Dessa forma, para esse estudo, identificamos por meio desse dado a formação de subcentros nesse território. Os subcentros referem-se a áreas dentro de uma cidade ou região metropolitana que desempenham funções de apoio ao centro principal, podem ter uma concentração maior de comércio, serviços, e atividades econômicas, mas com uma escala menor em comparação com o centro urbano principal. Esses valores estão dispostos majoritariamente nas sedes dos municípios e nas rodovias que ligam a cidade de Goiânia até as cidades de Trindade (GO-060) e Goianira (GO-070). Nesses territórios lindeiros às

rodovias percebemos a conurbação entre os municípios já se efetivando, mas ainda deixando vazios urbanos entre essas concentrações.

Contudo, nota-se ainda a presença de setores de *High-Low Outlier* nos perímetros do núcleo urbano conjuntamente aos valores baixos de *Low-Low Cluster*. Elucida-se assim, duas constatações importantes: há a formação de vazios urbanos entre a disposição desses dois setores; e através da diferenciação de percentuais de área urbanizada confirma-se o espraiamento e a fragmentação da Região Metropolitana de Goiânia.

ANÁLISE SISTÊMICA DOS IMPACTOS DO ESPRAIAMENTO NAS DINÂMICAS TERRITORIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

3

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE SISTÊMICA DOS IMPACTOS DO ESPRAIAMENTO NAS DINÂMICAS TERRITORIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

As adversidades relativas ao espraiamento urbano são de ordem complexa, superando as fronteiras político-administrativas das cidades em território metropolitano, alterando as dinâmicas urbanas e se configurando como problemas regionais. Por dinâmicas urbanas, entende-se os fatos, processos ou fenômenos das cidades que estão em constante transformação e possuem relações sistemáticas entre si, ou seja, as temáticas populacionais, econômicas, ambientais, de mobilidade, dentre outras.

As cidades, enquanto modelos espaciais dinâmicos, são como organismos vivos em constante transformação, formadas por uma intrincada rede de subsistemas com políticas integradas de desenvolvimento urbano. Há uma relação entre o sistema das cidades e os seus subsistemas, ou seja, entre a cidade e suas dinâmicas urbanas – sejam elas de diversas ordens e naturezas. Conforme Ainsten (2019), as temáticas relativas ao campo urbano nos aglomerados metropolitanos começaram a se manifestar de maneira intensiva em torno do campo regional/urbano em múltiplas dimensões sistemicamente articuladas entre si, destacam-se os seguintes:

- i) significativos incrementos nos níveis de urbanização;
- ii) concentração demográfica e polarização econômica em torno dos maiores componentes da rede urbana;
- iii) profunda estratificação socioeconômica, de maneira concomitante à segregação socioterritorial dos domicílios;
- iv) centralização seletiva das atividades;
- v) desconcentração territorial das atividades não-residenciais;
- vi) notórios incrementos das taxas de veículos motorizados e do transporte de cargas;
- vii) crescente deteriorização dos comportamentos ambientais;
- viii) persistente descentralização administrativa das diversas escalas do setor governamental.

Essas modalidades de transformação estrutural urbana dos aglomerados metropolitanos geram processos de gentrificação e suburbanização enquanto novas características das regiões urbanas difusas. Assim, a descontinuidade territorial, as baixas

densidades populacionais, a mobilidade individual dos veículos motorizados, dentre outras, resultaram e reforçaram o espraiamento urbano nas metrópoles.

Esse capítulo se destina a compreensão do impacto do espraiamento urbano nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia. Para a análise das dinâmicas populacionais e socioterritoriais, econômicas, de mobilidade urbana e ambientais, foram utilizadas análises quali-quantitativas, espacialização de variáveis e mapeamento de dados. A metodologia adotada é a abordagem sistêmica através do uso de análises espaciais georreferenciadas. Foram adotadas uma série de sobreposições sistêmicas com os mapas de espraiamento para a construção dos mapas de avaliação dos impactos nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia.

3.1. DINÂMICAS POPULACIONAIS E SOCIOTERRITORIAIS

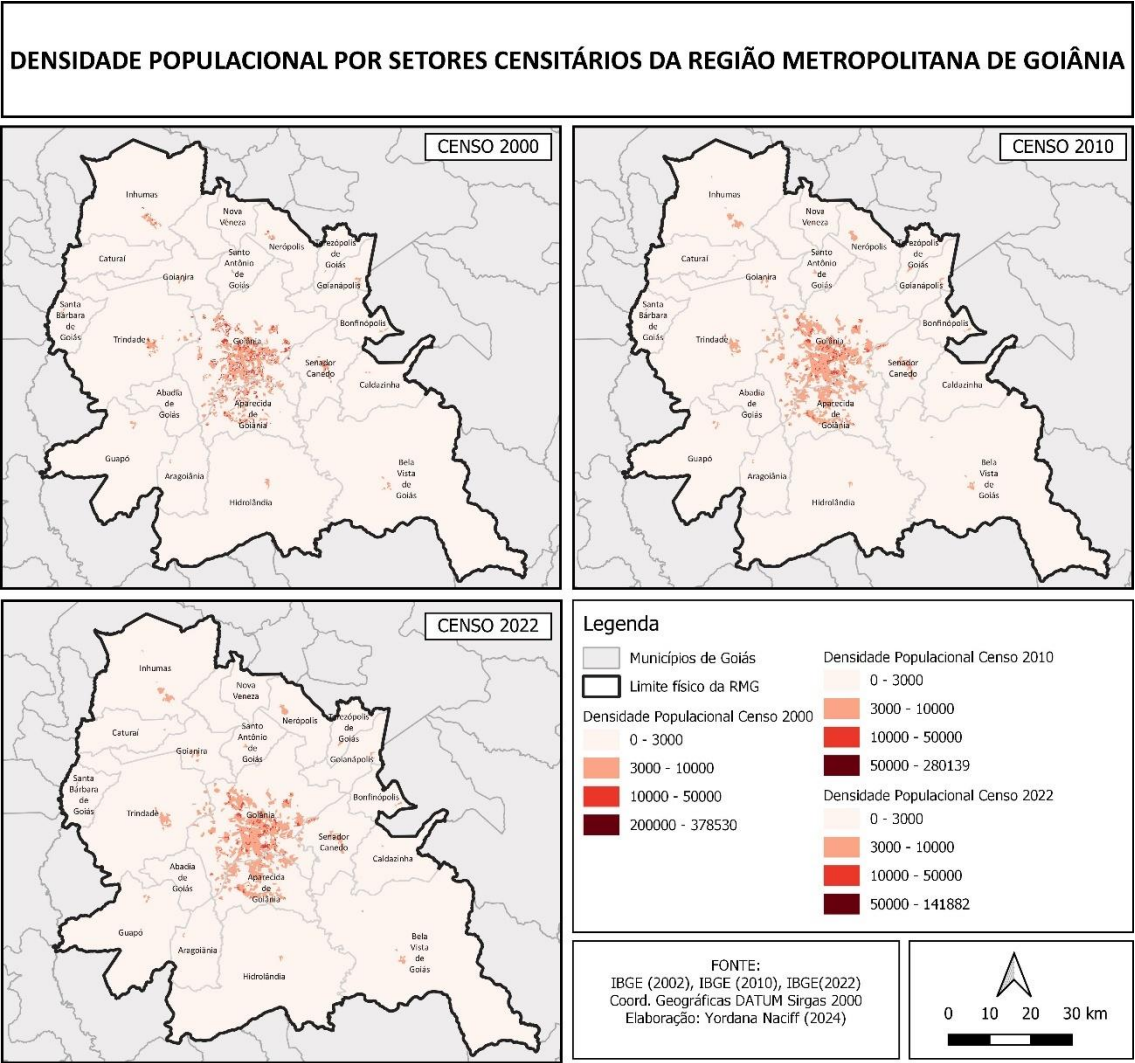
A Região Metropolitana de Goiânia tem experimentado uma profunda transformação em sua estruturação interna, principalmente nas dinâmicas populacionais e socioterritoriais (representadas nesse estudo pelas características dos domicílios e seus acessos às infraestruturas urbanas básicas). O processo histórico, conforme visto anteriormente, impulsionou a configuração de bairros – e até municípios inteiros – periféricos e segregados dos núcleos urbanos. Nesses locais, verificam-se a presença de domicílios com perfis sociais de escassez no acesso a serviços públicos como conexão à rede de esgoto, abastecimento de água pela rede geral, banheiro de uso exclusivo e coleta de lixo.

Durante o período de 2010-2022, o crescimento populacional da RMG foi de 19,35%, partindo de 2.178.892 habitantes para o volume de 2.600.560 habitantes. Contudo, nota-se que a densidade demográfica encontrada veio diminuindo com o tempo. Em 2000, a densidade populacional máxima encontrada nos setores censitários foi de 378.530 hab/km². Esse número foi de 280.139 hab/km² em 2010 e, em 2022, decresceu ainda mais, chegando a 141.882 hab/km² (Figura 25). Se a população não diminuiu e a densidade demográfica caiu, essa informação exhibe um fator muito importante a respeito do fenômeno do espraiamento urbano.

Tanto a mancha urbana quanto as densidades têm impacto na medida do espraiamento. O espraiamento implica na queda da densidade, seja essa populacional, domiciliar ou de empregos. Por efeito da especulação imobiliária, dentre outros fatores,

os centros vão se esvaziando e, cada vez mais, as pessoas vão ocupando os limites da cidade. Assim, a densidade demográfica se dispersa, alastrando as ocupações de maneira não planejada em todo o território. Trata-se do fenômeno do espraiamento em que “o crescimento urbano é desconcentrado, não denso e que deixa vazios urbanos dentro da mancha urbana” (Nadalin; Igliori, 2010, p. 13).

Figura 25 – Densidade Populacional por setores censitários da Região Metropolitana de Goiânia

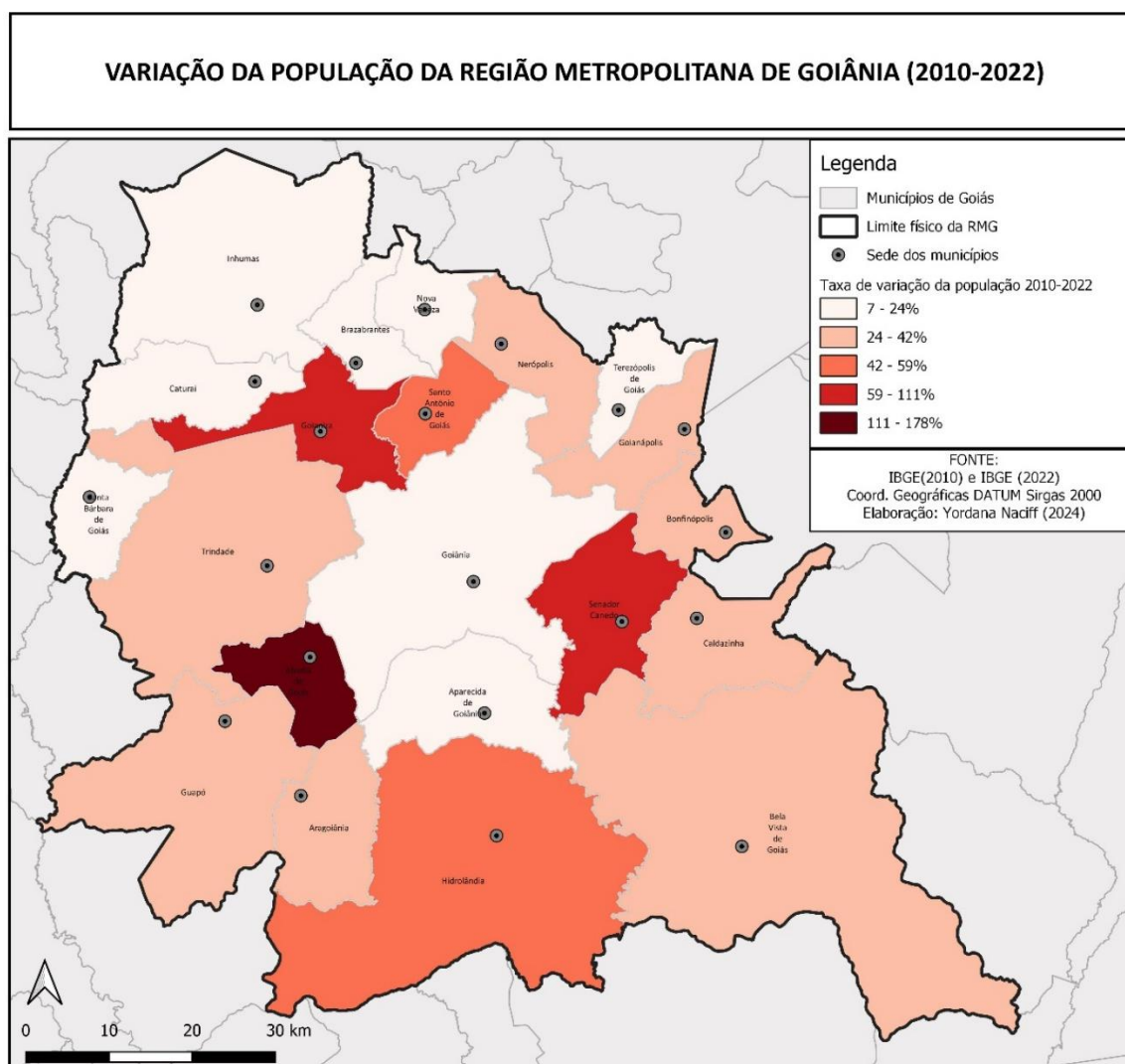


Elaboração: Própria autora (2024).

A mudança na distribuição da densidade exibe que houve uma maior desconcentração espacial. Os mapas exibem a fragmentação dos núcleos de alta densidade em pequenos grupos de densidades menores de maneira mais espalhada nas cidades. Desse ponto de vista, houve uma dinâmica de migração populacional interna entre os municípios da RMG ocorrendo paralelamente com a variação da população entre os anos analisados.

Em relação à variação da população da Região Metropolitana de Goiânia entre os anos de 2010 a 2022, conforme Figura 26, denota-se que o crescimento das cidades maiores como Goiânia e Aparecida de Goiânia, se mantiveram estável (10,39% e 15,78% nesta ordem), enquanto cidades menores como Abadia de Goiás, Goianira e Senador Canedo, cresceram exponencialmente com os recordes de 178,18%, 111,15% e 84,31% respectivamente (Haddad *et al*, 2023).

Figura 26 – Variação da População da Região Metropolitana de Goiânia (2010-2022)



Elaboração: Própria autora (2024).

Em 2023, a cidade de Senador Canedo foi amplamente reconhecida nos meios de comunicação locais e nacionais como uma das cidades com maior crescimento no Brasil. Localizada estrategicamente ao lado de Goiânia, serve como um destino natural para a população que extravasa da capital. Haddad *et al* (2023), elucida que Senador Canedo – nas regiões mais próximas a Goiânia – apresenta vários territórios destinadas à

condomínios fechados, por onde tem se estabelecido grande parte da população de alta renda da RMG, contudo, em seu núcleo, ainda residem a população de classe média baixa.

Da mesma forma, as cidades de Abadia de Goiás e Goianira são municípios contíguos à Goiânia que apresentaram alto crescimento populacional. Nessas cidades há uma proliferação significativa de loteamentos e projetos habitacionais populares, os quais atraem moradores devido aos preços mais acessíveis em comparação com a capital e à facilidade de compra ou aluguel. Os três municípios apresentados, apesar de terem registrado um considerável aumento na população conforme o censo de 2022, ainda se encaixam na definição de cidades dormitório (Haddad *et al*, 2023).

Com relação às dinâmicas socioterritoriais, algumas características que os domicílios da Região Metropolitana de Goiânia apresentam, permitem compreender ainda mais os territórios em análise (Quadro 13). A cidade de Caldazinha apresenta um baixo valor de domicílios ocupados (64,38%) e um alto valor de domicílios não ocupados de uso ocasional (27,52%), ou seja, domicílios usados para descanso de fins de semana, férias ou outro fim. Outra particularidade da cidade decorre da baixa disponibilidade de infraestrutura pública, sendo 1,29% de conexão à rede de esgoto e 56,14% de abastecimento de água pela rede geral. Trata-se de uma cidade pequena com baixo potencial de consumo.

Outros municípios que apresentam valores consideráveis de domicílios não ocupados de uso ocasional são Brazabrantes (15,56%) e Caturai (15,11%), sendo muitos desses imóveis rurais, uma segunda residência; seguidos de Abadia de Goiás (14,51%) e Trindade (14,43%). No caso de Trindade, com um alto turismo, há a presença de muitos imóveis para locação sazonal na cidade durante todo o ano, em especial nos meses de junho e julho devido à Festa Anual da Romaria à Trindade.

Na análise socioterritorial, o setor de saneamento básico é um fator de extrema relevância. Os municípios da Região Metropolitana de Goiânia não possuem um atendimento desses serviços de maneira homogênea em todo o território, conforme elucidado no Quadro 13 – População residente e características dos domicílios da Região Metropolitana de Goiânia. Há ainda muitos municípios carentes de infraestrutura pública básica de atendimento à população. Por saneamento básico, entende-se o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais.

Quadro 13 – População residente e características dos domicílios da Região Metropolitana de Goiânia

POPULAÇÃO RESIDENTE E CARACTERÍSTICAS DOS DOMICÍLIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA													
Municípios	População 2010	População 2022	Taxa de crescimento (%)	Densidade demográfica 2022 (km²)	Domicílios (2022)								
					Média de moradores por domicílio	Quantidade de domicílios	Ocupados	Não ocupados vagos	Não ocupados de uso ocasional	Conexão à rede de esgoto	Abastecimento de água pela rede geral	Banheiro de uso exclusivo	Coleta de lixo
Abadia de Goiás	6.876	19.128	177,58	133,43	3	7.866	79,40%	14,51%	6,09%	17,50%	63,30%	99,68%	98,15%
Aparecida de Goiânia	455.657	527.550	15,76	1.884,42	2,81	216.870	86,22%	11,75%	2,03%	60,76%	72,30%	99,90%	99,61%
Aragoiânia	8.365	11.890	42,14	54,51	2,55	6.322	73,82%	8,69%	17,49%	4,37%	60,61%	99,76%	93,59%
Bela Vista de Goiás	24.539	34.445	40,37	27,04	2,66	16.311	79,27%	8,48%	12,24%	40,66%	64,70%	99,91%	91,17%
Bonfinópolis	7.536	10.296	36,71	84,45	2,7	4.808	79,25%	10,75%	10,00%	1,50%	87,15%	99,92%	97,00%
Brazabrantes	3.232	3.992	22,79	31,85	2,58	2.087	74,35%	15,56%	10,09%	0,97%	84,88%	100,00%	93,73%
Caldazinha	3.325	4.507	35,3	17,9	2,63	2.657	64,38%	8,09%	27,52%	1,29%	56,14%	99,88%	85,26%
Caturai	4.670	5.184	11,01	25,28	2,64	2.731	71,95%	15,11%	12,94%	3,57%	75,23%	99,95%	86,09%
Goianápolis	10.681	13.967	30,76	83,81	2,82	5.650	87,27%	7,71%	5,02%	3,78%	84,16%	99,90%	97,07%
Goiânia	1.302.001	1.437.237	10,39	1.970,90	2,61	655.531	83,86%	12,98%	3,16%	79,19%	95,41%	99,91%	99,78%
Goianira	34.060	71.916	111,16	336,41	2,85	29.363	85,85%	11,49%	2,66%	26,37%	70,82%	99,90%	99,00%
Guapó	13.976	19.545	39,85	38,01	2,72	8.973	79,99%	10,42%	9,59%	48,69%	83,22%	99,64%	95,33%
Hidrolândia	17.398	27.741	59,45	29,14	2,85	12.199	79,78%	8,50%	11,72%	0,16%	49,69%	99,55%	90,82%
Inhumas	48.212	52.204	8,28	84,9	2,65	23.718	82,61%	12,60%	4,79%	61,96%	86,60%	99,87%	95,76%
Nerópolis	24.210	31.932	31,88	155,98	2,85	12.716	88,03%	8,03%	3,94%	2,63%	71,34%	99,89%	97,98%
Nova Veneza	8.129	9.481	16,4	77,49	2,73	4.236	81,99%	8,00%	10,01%	2,45%	76,33%	99,86%	92,81%
Santa Bárbara de Goiás	5.936	6.149	3,59	43,62	2,73	2.857	78,82%	8,96%	12,22%	1,29%	87,43%	99,78%	93,61%
Santo Antônio de Goiás	4.703	7.386	57,05	54,7	2,8	3.322	79,36%	8,44%	12,20%	0,72%	81,25%	100,00%	97,23%
Senador Canedo	84.443	155.635	84,33	630,09	2,97	59.910	87,48%	9,97%	2,54%	1,33%	91,35%	99,90%	99,32%
Terezópolis de Goiás	6.562	7.944	21,06	73,96	2,81	3.544	79,71%	12,01%	8,28%	56,24%	74,89%	99,61%	96,42%
Trindade	104.488	142.431	36,3	199,85	2,79	61.811	82,06%	14,43%	3,51%	49,54%	87,04%	99,82%	98,77%

Elaboração: Própria autora (2024).

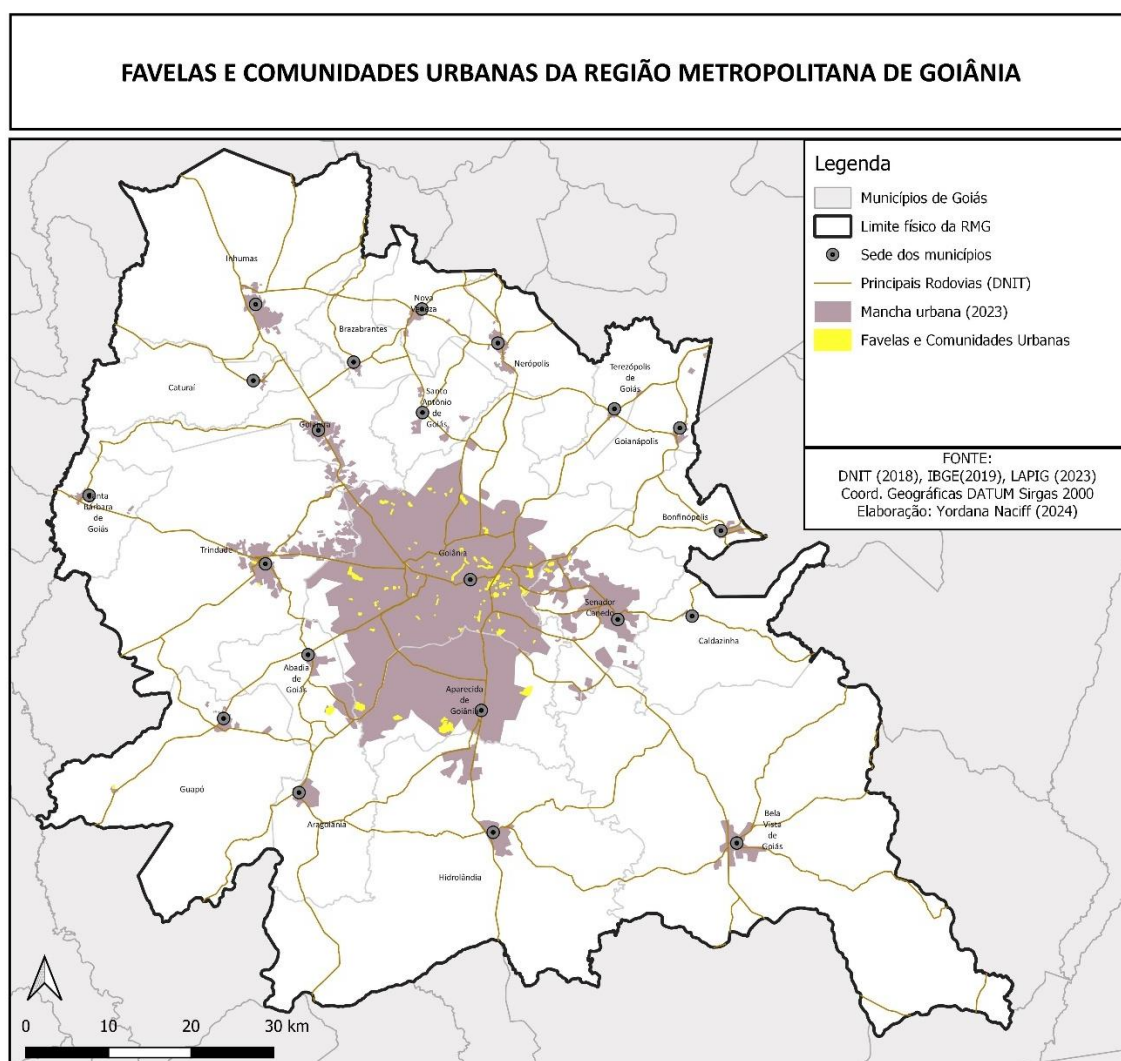
Dos 21 municípios da RMG, 12 (doze) deles possuem menos de 5% de conexão à rede de esgoto e somente 3 municípios (Aparecida de Goiânia, Goiânia e Inhumas) possuem mais de 60% de cobertura do esgotamento sanitário. No caso do abastecimento de água, a média de cobertura da RMG é de 76,37%, contudo há alguns casos em que o déficit é maior como nos municípios de Hidrolândia (49,69%) e Caldazinha (56,14%). Quanto à coleta de lixo, a cobertura já é considerada muito suficiente, chegando à média de 95,17% em toda a RMG.

Quanto à abrangência da infraestrutura de distribuição de água e saneamento, é interessante notar como a rede de esgoto abarca uma porção significativamente menor de áreas em comparação com a rede de abastecimento de água. A gestão do setor de saneamento se apresenta de forma insuficiente, sem espaços municipais de participação e controle social na política dos municípios. Somente sete municípios possuem leis ou planos municipais de saneamento básico, são eles: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Caldazinha, Goianápolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade (Goiás; UFG, 2017).

Outro fator relevante sobre a disponibilidade de infraestrutura pública – rede de água, esgoto, coleta de lixo – diz respeito ao impacto no financiamento governamental. Se, no caso dos subúrbios de classe alta, os indivíduos preferem viver em densidades menores, geram custos extras para que toda a infraestrutura pública seja levada para esses locais. Esses custos são repartidos para toda a sociedade, não somente para seus beneficiários.

No caso oposto – nas favelas e comunidades urbanas – o mesmo também ocorre. Os processos de urbanização brasileiros sustentam, desde os primórdios, uma conformação morfológica de distribuição espacial acentuadamente desigual nos quesitos de moradia, renda, infraestrutura urbana e oferta de serviços públicos. De um lado, a consolidação dos subúrbios de alta renda e, na mesma vizinhança, os assentamentos das periferias e comunidades urbanas. Nesse último caso, são áreas urbanas com maiores vulnerabilidades socioespaciais, denotando áreas com condições socioeconômicas, de saneamento e de moradia mais precárias. A distribuição desses locais (anteriormente denominados como “Aglomerados subnormais”) estão apresentados na Figura 27.

Figura 27 – Favelas e comunidades urbanas da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

O levantamento realizado pelo IBGE em 2019 sobre os Aglomerados Subnormais (AGSN) – hoje denominados por Favelas e Comunidades Urbanas – mapeia regiões com infraestrutura urbana irregular e falta de serviços públicos essenciais, caracterizando as áreas mais suscetíveis nas cidades brasileiras. Os resultados desse estudo proporcionam uma ampla gama de dados, incluindo a localização geográfica, o município, o bairro, o endereço e o número dos estabelecimentos de saúde mais próximos desses aglomerados.

Na observação socioterritorial da RMG, esses locais repletos de precariedades urbanas de ordem essencial, apontam a população pertencente aos grupos sociais mais vulnerabilizados do território metropolitano. Esse mapeamento auxilia nas políticas públicas para que se possam estabelecer diretrizes que garantam o acesso de todos à

habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e parâmetros urbanísticos adequados.

No mapa da RMG nota-se que, além de haver assentamentos irregulares no centro da capital, há muitos ocupando os limites da mancha urbana, nos limítrofes urbanos dos municípios. O quesito da localização é um fator importante pois, muitas vezes, essas habitações não conseguem acesso a oportunidades de emprego, serviços de saúde, escolas, dentro outros. Além de poderem estar localizadas em terrenos perigosos ou poluídos.

Para se obter uma exploração quali-quantitativa do objeto de estudo, foi desenvolvido um procedimento metodológico sistêmico para as análises urbanas através de análises georreferenciadas em etapas de sobreposições. Para tal configuração, serão analisadas nessa seção as interações do espraiamento urbano (macrossistema) com as dinâmicas populacionais e socioterritoriais da Região Metropolitana de Goiânia (relação do todo com as partes).

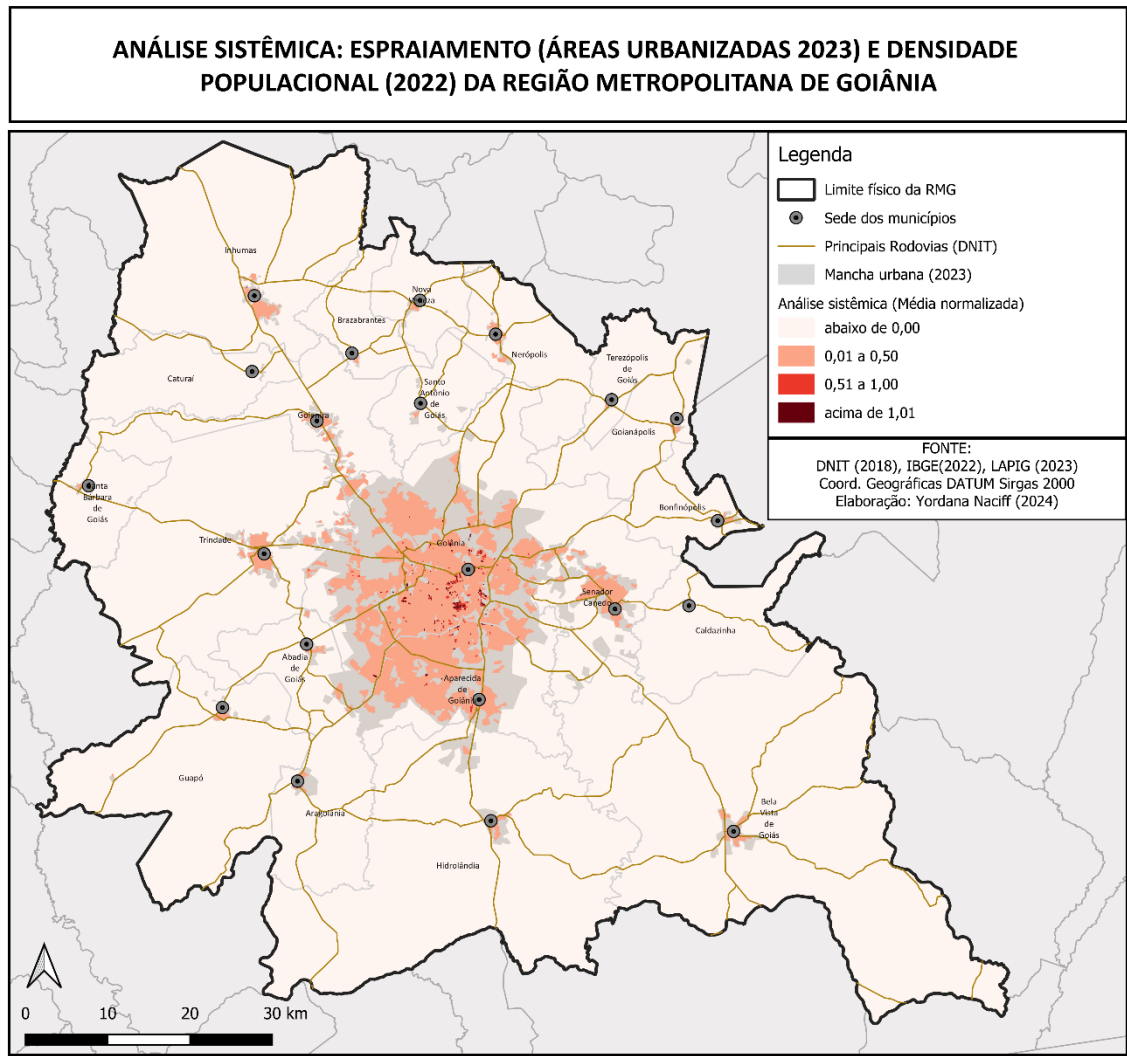
A variável escolhida para a representação das dinâmicas populacionais e socioterritoriais foi a de densidades populacionais (IBGE, 2022). Dessa forma, os valores dessa variável foram normalizados pela operação *Z Score* para permitir a união (média aritmética) dessa variável com o mapa de espraiamento urbano e obter, dessa forma, o mapa síntese dos impactos do espraiamento nas dinâmicas populacionais e socioterritoriais da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 28)⁶. Esse mapa foi operacionalizado mais uma vez, a fim de se obter a autocorrelação espacial desses dados obtidos na síntese sistêmica (Figura 29).

A sobreposição sistêmica da variável de espraiamento (área urbanizada) com a variável das dinâmicas populacionais e socioterritoriais (densidade populacional) elucida altas concentrações urbanas em alguns setores censitários no centro do território, estritamente nos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo. A grande maioria dos dados encontrados, representam valores baixos de 0,01 a 0,50 de área

⁶ Esse mapa representa uma etapa anterior à elaboração da autocorrelação espacial. É um mapa necessário para que a autocorrelação ocorra, contudo, seus resultados não elucidam tão bem os grandes picos de concentração das variáveis como o mapa de autocorrelação realiza. Assim, esse mapa pode apresentar alguns resultados de compreensão dificultada.

urbanizada densificada. Ou seja, a maior parte dos setores contidos na mancha urbana do território da RMG não abrigam grandes densidades⁷, somente alguns poucos setores em seu centro.

Figura 28 – Análise Sistêmica: Espreadimento (Áreas Urbanizadas 2023) e Densidade Populacional (2022) da Região Metropolitana de Goiânia



⁷ Parâmetros Qualitativos de Densidade (Goiânia, 1994):

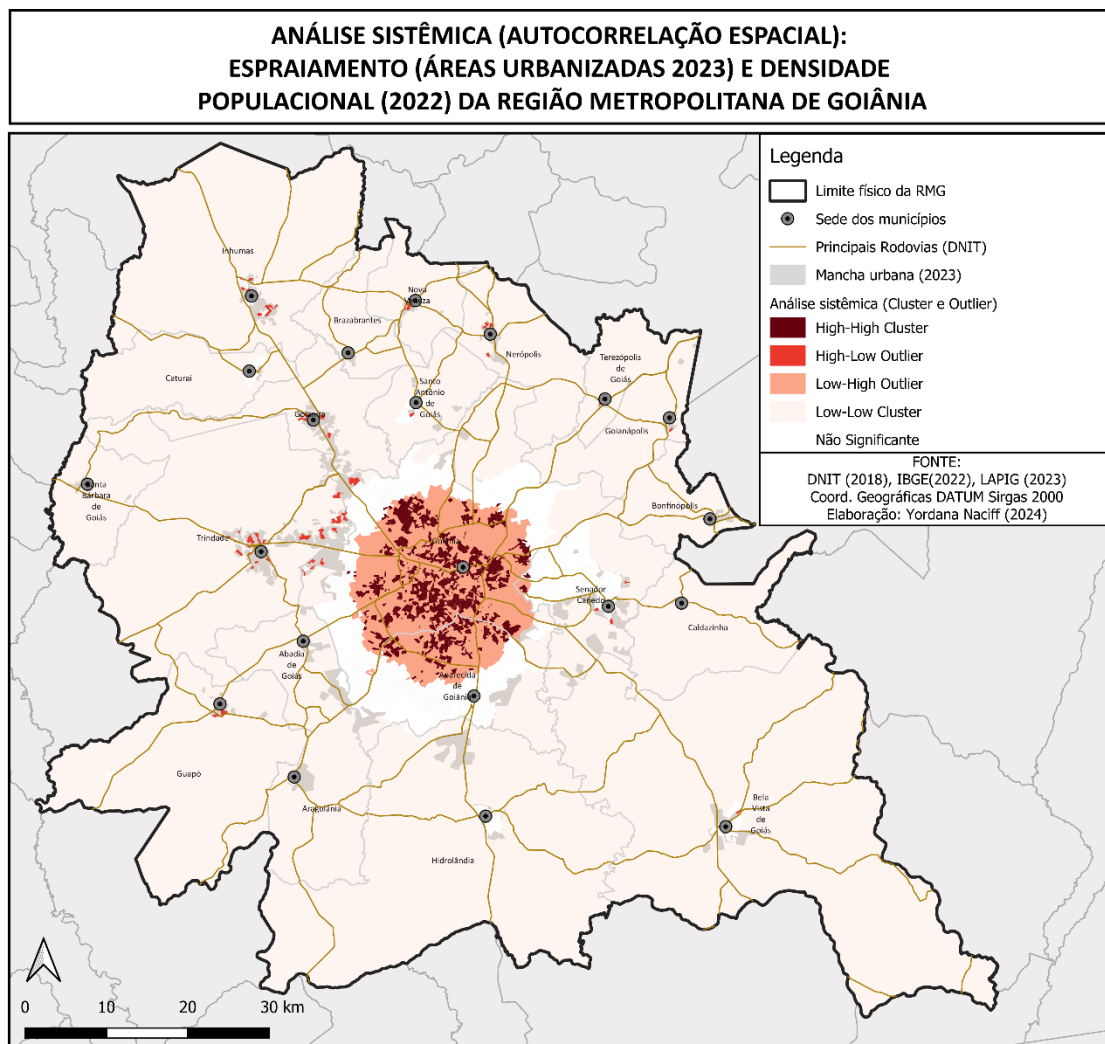
- Alta Densidade: Refere-se a áreas com um elevado número de habitantes ou edificações por unidade de área, geralmente caracterizadas por um ambiente urbano intensamente ocupado, como centros urbanos ou áreas comerciais (cerca de 690 habitantes por hectare).
- Média Densidade: Engloba regiões onde a quantidade de habitantes ou construções é moderada, oferecendo um equilíbrio entre áreas urbanas e espaços abertos. É comum em bairros suburbanos (predominantemente de uso misto – cerca de 430 habitantes por hectare).
- Baixa Densidade: Refere-se a áreas com um baixo número de habitantes ou edificações por unidade de área, frequentemente associadas a zonas rurais ou áreas residenciais com grandes lotes e mais espaços verdes (predominantemente residencial – cerca de 250 habitantes por hectare).

Elaboração: Própria autora (2024).

Outra análise relevante obtida através desse mapa é a quantidade de valores abaixo de zero que permeiam a área urbanizada da RMG. São áreas de densidades extremamente baixas – ou até mesmo vazios urbanos – que, tendo por vizinhos alguns setores de alta densidade, expõem a existência de uma alta fragmentação territorial. Essa constatação é mais bem visualizada na autocorrelação espacial que exibem os picos dos valores em relação ao espraiamento e às dinâmicas socioterritoriais.

Na Figura 29, exibem-se quatro tipos de classificação dos picos de valores encontrados na relação sistêmica apresentada. O primeiro tipo, o High-High Cluster, se localiza estritamente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, elucidando as regiões mais densas e os setores mais ocupados espacialmente. Quanto aos valores do High-Low Outlier, esses representam os altos valores em meio aos baixos valores, o que representam os setores densos, porém com a vizinhança pouco densificada. São encontrados nas sedes dos municípios e em áreas próximos às rodovias que ligam o núcleo Goiânia-Goianira e Goiânia-Trindade. Representando as áreas suscetíveis a conurbação urbana entre os municípios.

Figura 29 – Análise sistêmica (autocorrelação espacial): Espraimento (Áreas Urbanizadas 2023) e Densidade Populacional (2022) da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Em relação aos valores do Low-High Outlier, esses circulam e permeiam os altos valores da RMG como um verdadeiro círculo no núcleo do território. Esses valores exibem os valores baixos de densidade e urbanização que estão imediatamente ao lado dos valores mais altos, exibindo a desigualdade de ocupação territorial e constatando ainda a presença de setores censitários vazios de ocupação. Quanto aos valores mais baixos, o Low-Low Cluster, esses são representados principalmente fora da mancha urbana da RMG.

Na autocorrelação espacial das variáveis selecionadas, observa-se um “anel” em torno do núcleo com os valores “não significantes”. Esses valores não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam níveis variados assim como os valores dos vizinhos. Dessa forma, observamos nesse dado a presença de áreas urbanizadas que não possuem

picos de alta ou baixa concentração, são valores medianos e diversos expostos na análise espacial sistêmica que abrigam grande parte das favelas e comunidades urbanas apresentadas – principalmente as que possuem mais distância em relação ao centro do território.

3.2. DINÂMICAS ECONÔMICAS

A urbanização, associada à necessidade de organização da população, produção e consumo, justifica por si só a inclusão analítica dos critérios econômicos de um território. É notória a influência exercida no processo de urbanização pela organização da produção, incorporação do trabalho nas atividades produtivas, a geração de capital e seu destino social, setorial e espacial, assim como a consideração da produtividade geral da economia. Através da análise das dinâmicas econômicas, permite-se responder as exigências derivadas da problemática da urbanização e dos aspectos particulares intimamente ligados a ela como, por exemplo, a organização territorial baseada na distribuição de renda.

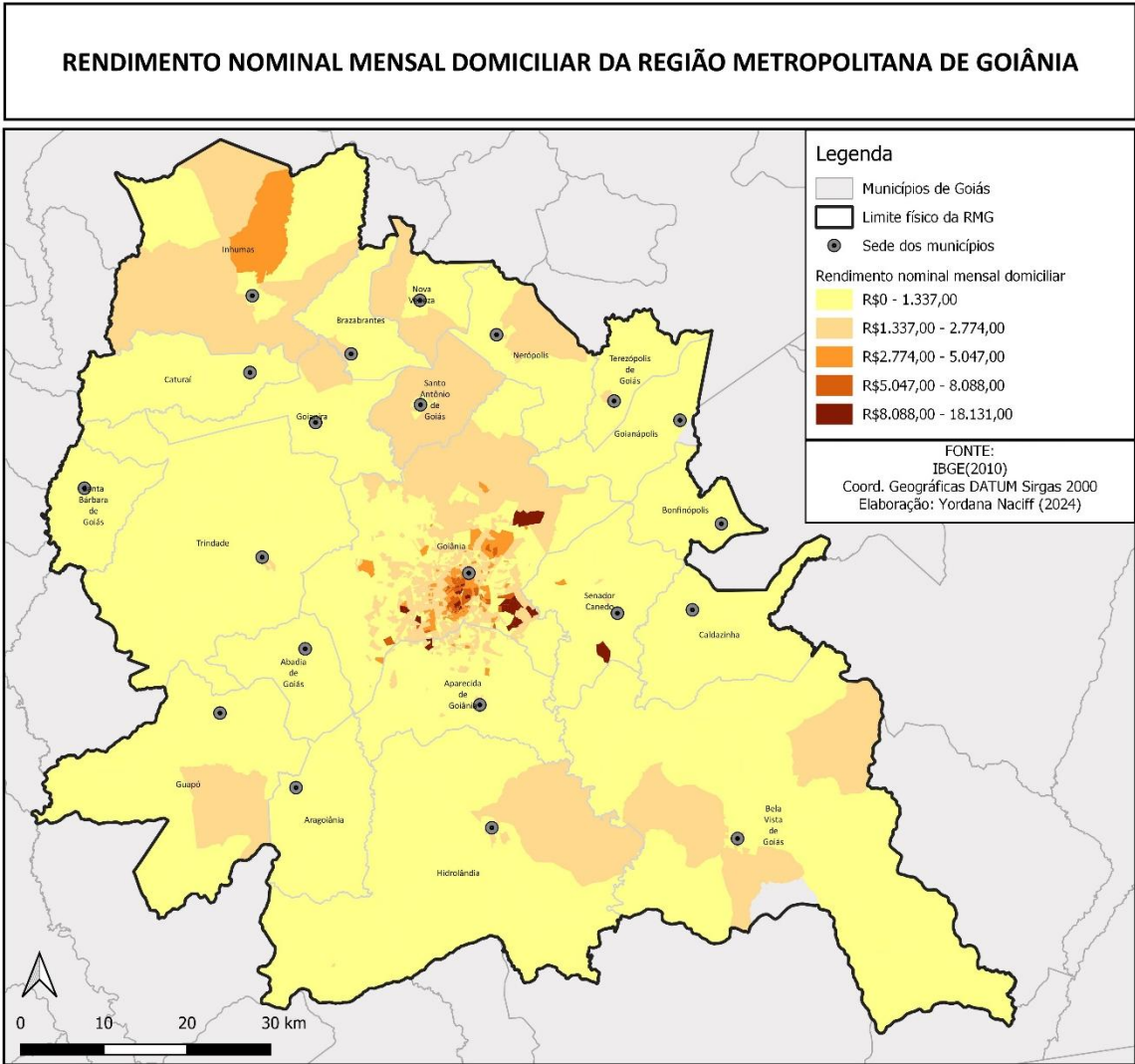
Assim, para compreender a dinâmica econômica da Região Metropolitana de Goiânia, elencou-se um conjunto de variáveis que incidem diretamente na conformação econômica-espacial desse território. Abordam-se, sucessivamente, a distribuição de renda, estrutura produtiva; número totais de empresas e localização das indústrias, além do número de empregos formais. De maneira conseguinte, a variável da distribuição de renda é analisada de maneira sistêmica com o espraiamento urbano, gerando um mapa síntese dessa dinâmica para a RMG.

Para a análise do aspecto da distribuição de renda, a variável do rendimento nominal mensal domiciliar (IBGE, 2010) foi georrefenciada apontando a distribuição socioeconômica dos habitantes. Essa métrica consegue representar de forma numérica a disparidade socioeconômica de uma área, identificando as partes mais segregadas e desconectadas do centro urbano.

Na Região Metropolitana de Goiânia, a distribuição de recursos financeiros é muito diversificada ao longo do território, influenciando diretamente o acesso aos bens e serviços pelos habitantes locais (Figura 30). Observa-se que os maiores ganhos mensais médios por domicílio estão concentrados nas cidades de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo, alcançando valores de até R\$ 18.131,00. Em comparação com os

demais municípios, fica evidente que a grande maioria possui rendimentos até R\$ 1.337,00, cerca de 13 vezes menos que algumas parcelas da região.

Figura 30 – Rendimento Nominal Mensal Domiciliar da Região Metropolitana de Goiânia



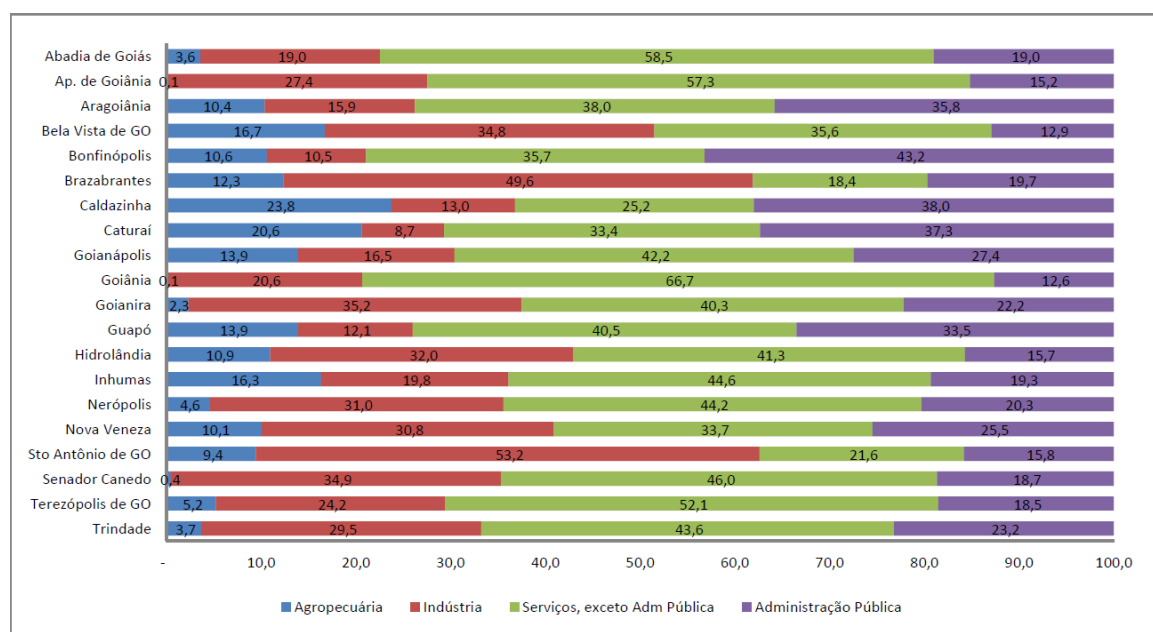
Elaboração: Própria autora (2024).

A média da renda dessa população é de R\$ 1.570,00, apontando uma diferença de R\$ 16.561,00 entre o valor mais alto registrado (R\$ 18.131,00) e a média de renda da região. O valor máximo é como um ponto fora da curva, um outlier, que representa um valor extremamente fora do padrão em relação aos demais dados da amostra analisada. Observa-se ainda muitos setores com os valores até R\$ 2.774,00 e outros – principalmente em Goiânia e Inhumas – com números até R\$ 5.047,00.

A composição da estrutura produtiva dos municípios da Região Metropolitana de Goiânia segundo o PIB expõe altas parcelas dos setores de serviços. Assim, esse território se caracteriza predominantemente por ser uma região prestadora de serviço. Com

expressão menor, a agropecuária e indústria são menos desenvolvidas na maior parte dos municípios. As atividades produtivas auxiliam na compreensão da composição de geração de renda de cada município, bem como na capacidade geradora de empregos.

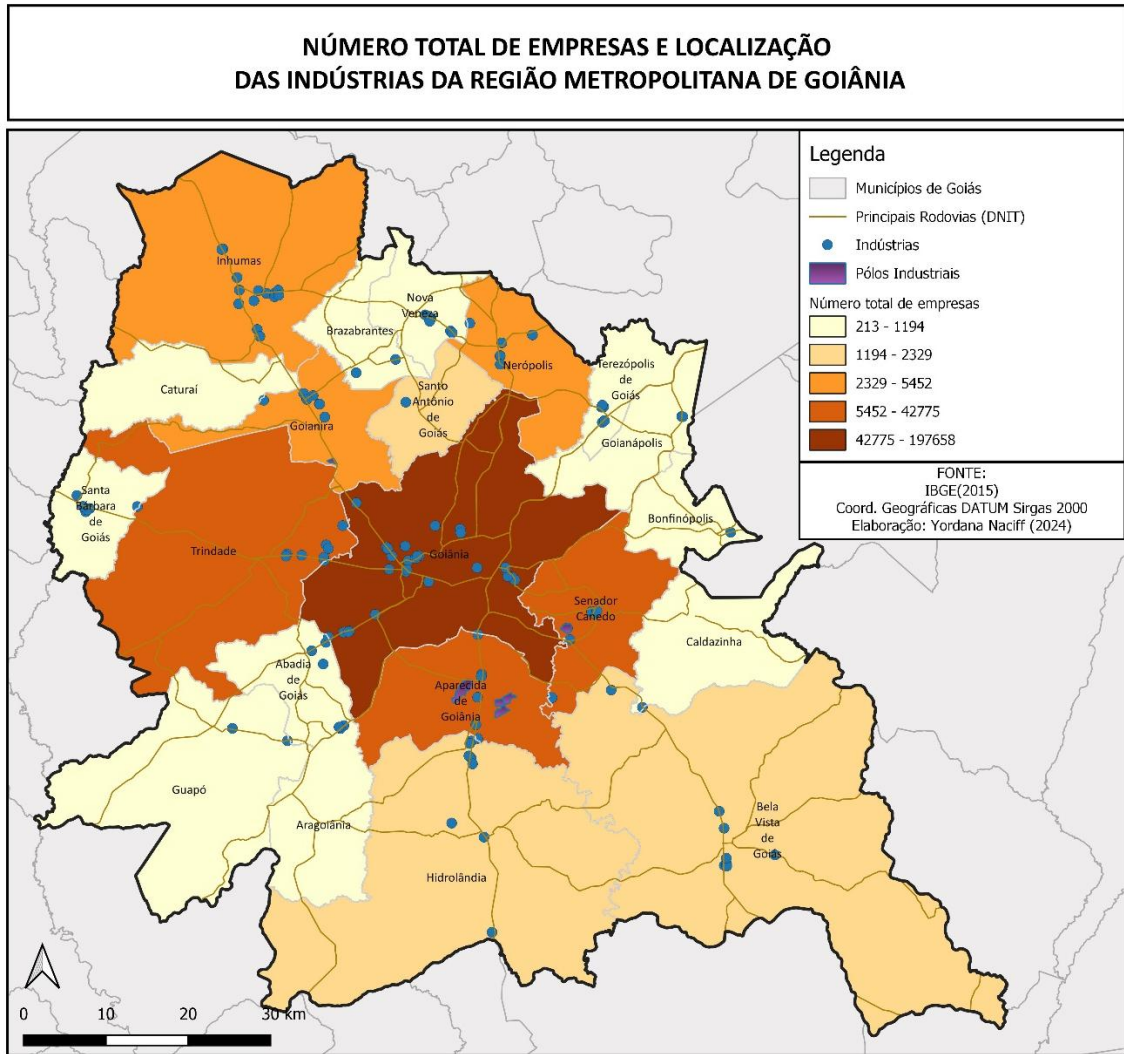
Figura 31 – Estrutura produtiva dos municípios da Região Metropolitana de Goiânia segundo o PIB



Elaboração: Goiás; UFG (2017), com dados do IMB-SEGPLAN/IBGE (2014)

O setor de serviços abriga atividades produtivas bastante heterogêneas pelo tipo de serviço ofertado, uso de tecnologias e porte das empresas. O setor atende à população e também à produção: agropecuária, indústrias e etc. Quanto à atividade industrial, na RMG, essa é composta pela construção civil, indústria extrativa mineral, transformação e serviço industrial de utilidade pública (Goiás; UFG, 2017). A distribuição industrial ocorre principalmente nas principais rodovias que ligam os municípios no território metropolitano, conforme Figura 32.

Figura 32 – Número total de empresas e localização das indústrias da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

A compreensão da localização das atividades urbanas, bem como o número total de empresas de cada município, auxilia na compreensão da mobilidade interna da Região Metropolitana de Goiânia, haja vista que as pessoas se deslocam para realizar suas atividades como estudo e trabalho. Para a análise da oferta de trabalho, foram pesquisados dados referentes ao número total de empresas (IBGE, 2015) e número de empregos formais (RAIS/MTPS, 2021) (Quadro 14).

Conforme a Figura 32, o número total de empresas da RMG expõe altas concentrações em Goiânia (197.658), Aparecida de Goiânia (42.775), Senador Canedo (10.133) e Trindade (10.099). Nessa perspectiva, são os municípios mais integrados com Goiânia que conferem maior porte de disponibilidade de emprego e capacidade produtiva, assim são os municípios também que mais recebem deslocamentos pendulares por motivo de

trabalho. Inhumas é um caso de exceção pois não possui contiguidade com Goiânia, possui baixa integração com o núcleo e uma capacidade produtiva maior – situação que pode ser explicada pela boa oferta de postos de trabalho.

Quadro 14 - Número de empregos formais nos municípios da Região Metropolitana de Goiânia

Número de empregos formais nos municípios da RMG (RAIS/MTPS, 2021)		
Cidade	nº	%
Abadia de Goiás	2161	0,27%
Aparecida de Goiânia	115543	14,69%
Aragoiânia	1132	0,14%
Bela Vista de Goiás	5768	0,73%
Bonfinópolis	928	0,12%
Brazabranes	447	0,06%
Caldazinha	419	0,05%
Caturaí	550	0,07%
Goianápolis	1797	0,23%
Goiânia	582417	74,06%
Goianira	6062	0,77%
Guapó	1727	0,22%
Hidrolândia	5905	0,75%
Inhumas	11068	1,41%
Nerópolis	7390	0,94%
Nova Veneza	1937	0,25%
Santa Bárbara de Goiás	1306	0,17%
Santo Antônio de Goiás	1658	0,21%
Senador Canedo	20527	2,61%
Terezópolis de Goiás	1233	0,16%
Trindade	16420	2,09%
RMG	786395	100%

Elaboração: Adaptado de RAIS/MTPS (2021).

No número de empregos formais, denota-se que os municípios de Goiânia (74,06%), Aparecida de Goiânia (14,69%), Senador Canedo (2,61%), Trindade (2,09%) e Inhumas (1,41%) concentram quase toda a oferta de trabalho da RMG, ou seja, 94,86% de todos os empregos formais estão em somente cinco municípios. No que concerne à pendularidade, é um efetivo indutor dos deslocamentos diários.

Outro fator de análise relevante sobre as empresas e ofertas de emprego é sobre o porte dos estabelecimentos. Observa-se 53% dos estabelecimentos não têm empregados,

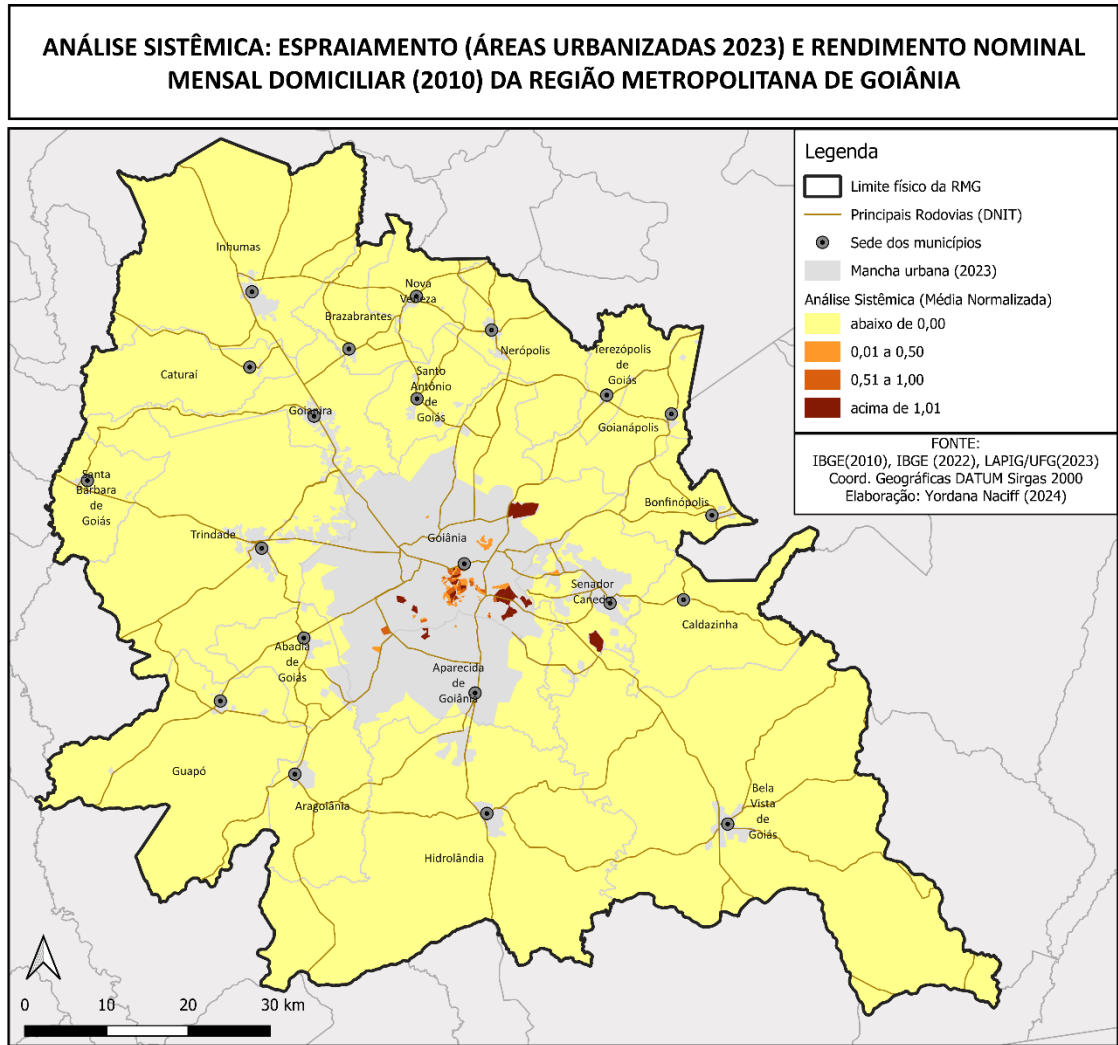
o que pode ser explicado pelo elevado número de empresas do tipo Microempreendedor Individual (MEI) e pelo setor de serviços ser o predominante na RMG. Os estabelecimentos que possuem empregados correspondem a 48% do total, somando as Microempresas (ME), Empresas de pequeno porte (EPP) e as demais.

Segundo Goiás e UFG (2017), a dinâmica econômica recente de Goiás tem sido impulsionada pela agropecuária e o avanço da agroindústria, juntamente com a emergência de novas atividades industriais atraídas pelas políticas de incentivos financeiros e benefícios fiscais. Dos 21 municípios da RMG, 16 adotavam algum mecanismo de incentivo fiscal para a instalação de empresas como isenção/redução do Imposto sobre Serviços (ISS) ou do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), além de doação e cessão de terrenos.

O procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas desse trabalho foi aplicado analisando as interações do espraiamento urbano (macrossistema) com as dinâmicas econômicas da Região Metropolitana de Goiânia (relação do todo com as partes).

A variável escolhida para a representação das dinâmicas econômicas foi a de distribuição de renda, representada pelo dado de rendimento nominal mensal domiciliar (IBGE, 2010). Dessa forma, os valores dessa variável foram normalizados pela operação *Z Score* para permitir a união (média aritmética) dessa variável com o mapa de espraiamento urbano e obter, dessa forma, o mapa síntese dos impactos do espraiamento nas dinâmicas econômicas da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 33). Esse mapa foi operacionalizado mais uma vez, a fim de se obter a autocorrelação espacial desses dados obtidos na síntese sistêmica (Figura 34).

Figura 33 – Análise sistêmica: Espraimento (Áreas urbanizadas 2023) e rendimento nominal mensal domiciliar (2010) da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

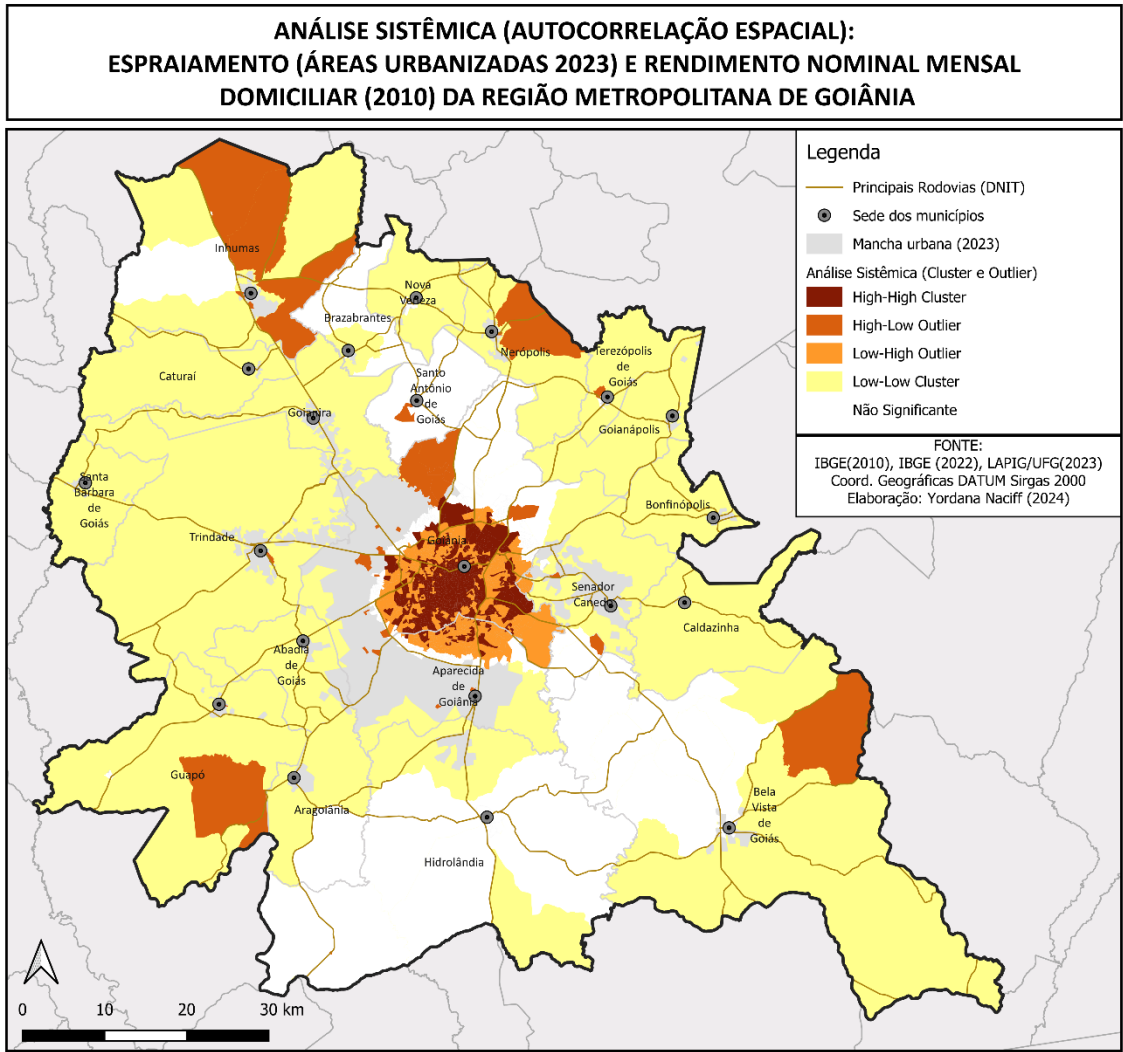
A sobreposição sistêmica da variável de espraio urbano (área urbanizada) com a variável das dinâmicas econômicas (rendimento nominal mensal domiciliar) elucida altas concentrações urbanas em alguns poucos setores censitários no centro do território, estritamente nos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo. Ou seja, a maior parte dos setores contidos no território da RMG não abrigam grandes áreas urbanizadas, tampouco grandes concentrações de renda.

Em Senador Canedo, o setor censitário que é apontado com valores acima de 1,01 retrata especificamente o Condomínio de Chácaras Alto da Boa Vista. Trata-se de um condomínio de alto padrão para moradia e lazer de uma parcela da população de alta renda da RMG. Assim como em Goiânia, os setores que aparecem com valores acima de 1,01,

que representam outros subúrbios da RMG, como por exemplo o Condomínio Alphaville Flamboyant a Sudeste da capital e o Condomínio Aldeia do Vale à Nordeste. Esses setores que são *outliers* à grande maioria dos territórios representam regiões espraiadas do território, contudo, com alta renda da população, ou seja, os verdadeiros subúrbios da Região Metropolitana de Goiânia. Ressalta-se que os subúrbios são vistos enquanto uma segregação voluntária das classes mais altas, frequentemente caracterizados pela farta oferta de infraestrutura e serviços.

Majoritariamente, a composição do território da RMG – nas áreas dentro e fora da mancha urbana – são compostas de valores abaixo de zero, ou seja, baixos níveis de urbanização e baixas rendas. Esse dado é explicado de maneira mais expressiva na Figura 34 com a autocorrelação espacial das variáveis que denotam os picos de concentração das áreas urbanizadas e das rendas.

Figura 34 - Análise sistêmica (autocorrelação espacial): Espraimento (Áreas urbanizadas 2023) e rendimento nominal mensal domiciliar (2010) da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Há quatro tipos de classificação dos picos de valores encontrados na relação sistêmica apresentada. O primeiro tipo, o High-High Cluster, se localiza estritamente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, elucidando as regiões com maiores rendimentos e os setores mais ocupados espacialmente. Em relação aos valores do High-Low Outlier, esses representam os altos valores em meio aos baixos valores, o que representam os setores que detém de algum rendimento e ocupação urbana mais elevado, contudo, são picos em relação à sua vizinhança que possui baixos valores de rendimento e de ocupação urbana. São encontrados mais expressivamente nos municípios de Goiânia, Guapó, Bela Vista de Goiás, Nerópolis e Inhumas.

Quanto aos valores do Low-High Outlier, esses circulam e permeiam os altos valores da RMG como um círculo no núcleo do território. Esses valores exibem os valores baixos de rendimento e urbanização que estão imediatamente ao lado dos valores mais altos, exibindo a desigualdade de ocupação territorial e a desigualdade de renda. Quanto aos valores mais baixos, o Low-Low Cluster, são a maioria dos valores encontrados, dispostos nas regiões menos urbanizadas e com menores rendimentos.

As variações dos valores encontrados – que conformam centros, periferias e subúrbios – são configurados pela composição econômica da Região Metropolitana de Goiânia. A relação estabelecida pela dinâmica econômica com o espraiamento urbano exhibe o caráter segregacional da ocupação urbana desse território. Goiânia, enquanto a cidade-núcleo da RMG, se identifica como uma cidade “marcada pela segmentação territorial, pela desigualdade social, pela expansão desordenada e pela ampla periferia que molduram o desenho, a partir do qual [...] registram o quadro da desigualdade social e da segregação” (Moysés, 2005, p. 180). Tais assertivas da heterogeneidade espacial da metrópole refletem em todo o território da RM – atingindo os outros municípios.

3.3. DINÂMICAS DE MOBILIDADE URBANA

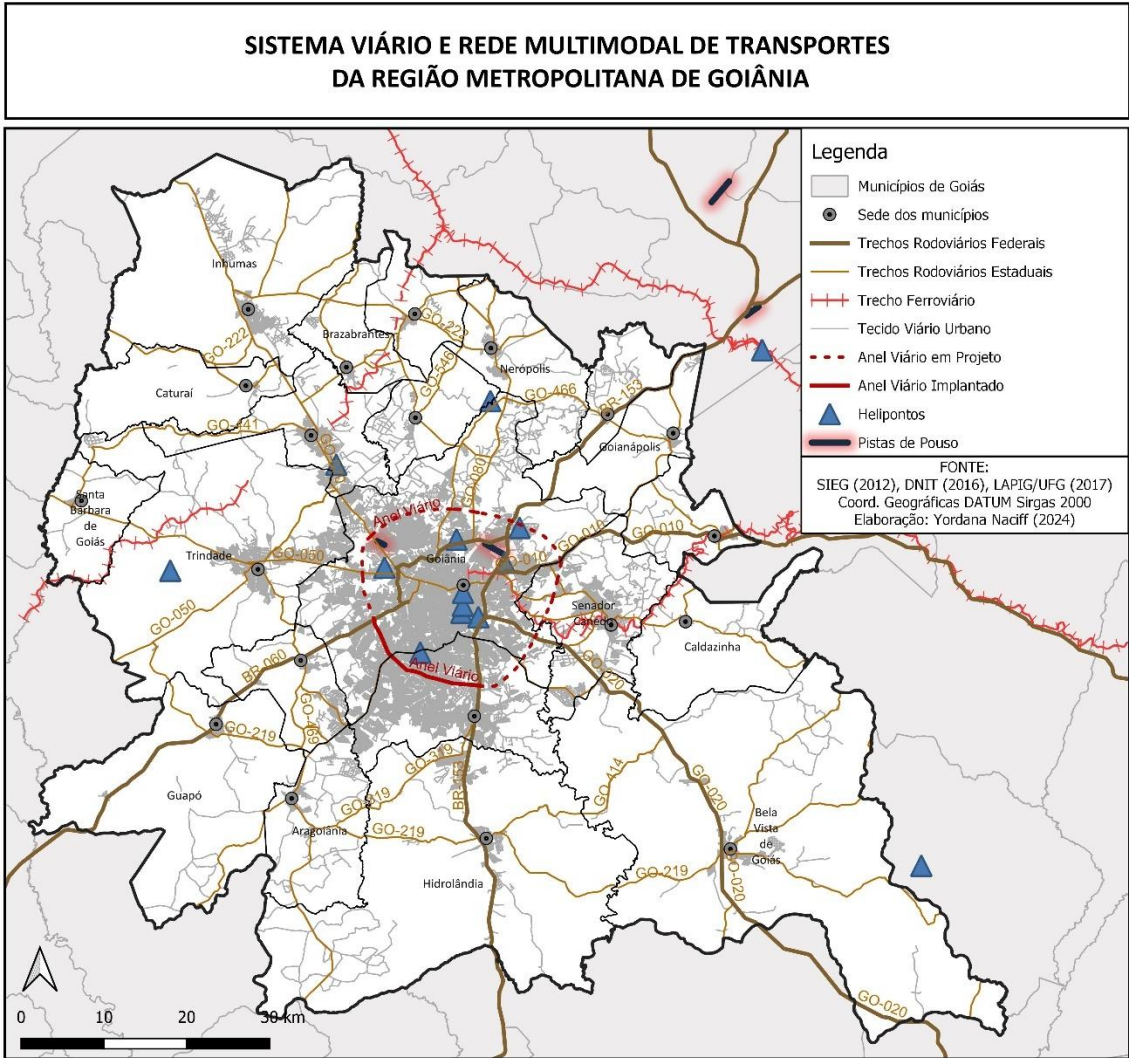
A forma de locomover dos brasileiros vem se alterando substancialmente desde 1980. Os principais centros urbanos foram afetados por essas mudanças, especialmente devido à disparidade entre a demanda por transporte e a infraestrutura disponível, tanto nas vias quanto no transporte público. Assim, associada com a débil gestão de mobilidade, o transporte individual passou a ser priorizado em detrimento do transporte público coletivo (TPC), esse sendo incapaz de atender apropriadamente a demanda gerada (Leiva, 2015).

Tradicionalmente, os planos urbanos têm abordado o sistema viário, mas raramente com uma perspectiva que leve em conta o verdadeiro conceito de mobilidade urbana. Como resultado, apesar dos significativos investimentos direcionados para a expansão da infraestrutura viária, as condições de tráfego nas cidades e regiões brasileiras têm apenas se deteriorado. Os planos precisam retratar a circulação de pessoas e cargas, levando em consideração as políticas de uso e ocupação do solo, preocupações ambientais e de acessibilidade.

O sistema viário e a rede multimodal de transportes da RMG (Figura 35) expõe os principais eixos de entrada e saída de mercadorias e pessoas. Os eixos viários

desempenham um importante papel na organização urbana dos municípios e apresentam a relação entre a presença das rodovias e o processo de expansão urbana.

Figura 35 – Sistema viário e rede multimodal de transportes da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Nas suas classificações – conforme suas funções – as vias respeitam uma hierarquia que organiza a circulação urbana. Na Figura 35 é possível perceber os trechos rodoviários federais, os trechos rodoviários estaduais e o tecido viário urbano (compostos pelas vias expressas, arteriais coletoras e locais). Além disso, há a presença do anel viário que apoia um fluxo intenso de veículos de transporte logístico e de carga, além de auxiliar que veículos visitantes – que não tem origem ou destino à RMG – utilize o sistema viário local. Os anéis viários coordenam percursos alternativos, desviando uma parcela do tráfego para rotas circulares, principalmente para deslocamentos de média e longa

distância. Isso alivia a carga das vias principais, auxiliando na distribuição e organização do fluxo de veículos (Silva, 2018).

Quanto ao modal aeroviário, nota-se a presença de duas pistas de pouso em Goiânia, sendo: i) à Nordeste, o Aeroporto Internacional Santa Genoveva (SBGO), com uma pista de 2.500m de extensão, tendo como acesso a rodovia BR-153 e; ii) à Noroeste, o Aeródromo Nacional de Aviação Civil (SWNV), com uma pista de 1.100m de extensão, afastado 5km do perímetro urbano, tendo como acesso a rodovia GO-070 e com o uso do solo do entorno predominantemente rural. A RMG conta ainda com a presença de vários helipontos, em sua maioria privados, para decolagem e aterrisagem de helicópteros.

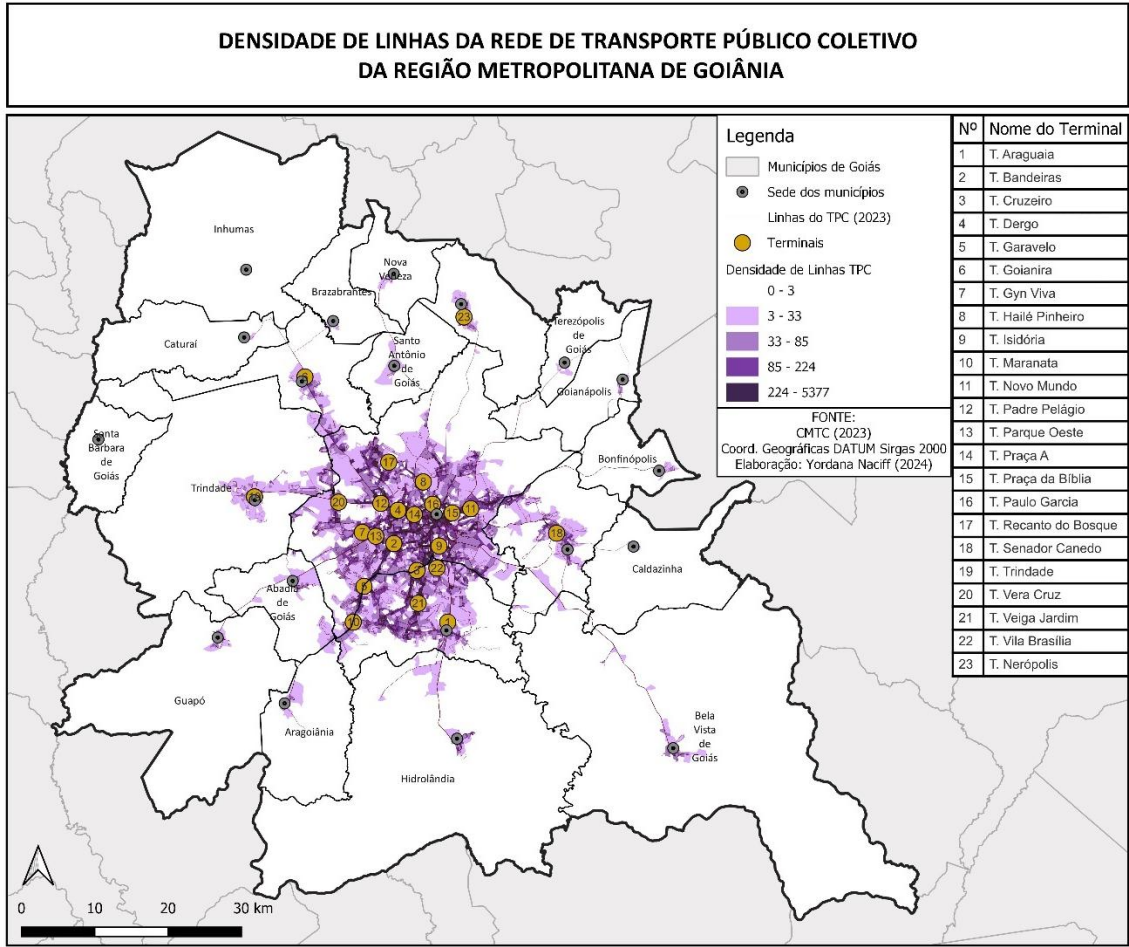
A infraestrutura ferroviária do Brasil, que antes possuía natureza multifuncional e com forte relações com as demandas locais, hoje abrigam, quase que restritamente, o transporte de *commodities*. Já os trechos ferroviários que percorrem o território da RMG estão, em sua maioria, desativados. Atualmente, há apenas demandas turísticas para os trilhos de trem localizados nas cidades de Senador Canedo.

Sobre a gestão do sistema viário, essa é uma questão de competência local, sendo de responsabilidade das prefeituras. As estradas e rodovias são administradas pelos governos estaduais, enquanto aquelas de abrangência nacional são de responsabilidade do governo federal. Nas regiões metropolitanas, como há um grau elevado de urbanização, é necessário haver uma coordenação entre os poderes federais, estaduais e municipais – visando sempre assegurar as diretrizes de mobilidade urbana.

A Lei Federal de Mobilidade (Brasil, 2012), estipula a importância de dar preferência a projetos de transporte público coletivo (TPC) que tenham impacto significativo no território e incentivem o desenvolvimento urbano integrado. Após a Constituição de 1988, desenvolveram-se no Brasil processos de criação e regulamentação dos serviços de transporte público coletivo em âmbito metropolitano. Na Região Metropolitana de Goiânia, a mesma lei que instituiu a RMG, a Lei Complementar nº 27 de 1999, também criou a Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC) que atende 19 dos 21 municípios componentes da RMG. A RMTC é “uma rede única, com integração operacional, física e tarifária, composta por aproximadamente 300 linhas de ônibus, 21 terminais de integração” e conta ainda com mais de 8.000 pontos de embarque e desembarque (Pinheiro *et al*, 2023).

Apesar de ser aparentemente abrangente, o transporte público coletivo da RMG não dispõe de infraestrutura adequada, como quantidades satisfatórias de corredores exclusivos para assegurar a velocidade operacional, pontualidade e confiabilidade. Assim, na Figura 36, foi operacionalizada a densidade de linhas da rede de transporte público da RMG pelos setores censitários – pela variável de quantidade de linhas que passam por cada setor – para melhor visualização da abrangência das linhas no território.

Figura 36 – Densidade de linhas da rede de transporte público coletivo da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Nota-se, pela Figura 36, que o modelo operacional da RMTC é tronco-alimentado. Nesse padrão de organização, as linhas alimentadoras conectam os bairros aos pontos de integração, enquanto as linhas troncais, também conhecidas como eixos, distribuem os deslocamentos nas regiões centrais, corredores e locais de grande atração de viagens. Quanto à análise da densidade de linhas, percebe-se uma distribuição radial com forte concentração em Goiânia e Aparecida de Goiânia. Observa-se também uma elevada

concentração de linhas de ônibus no que se refere às vias que conectam os centros urbanos dos municípios na Região Metropolitana de Goiânia (rodovias federais e estaduais).

É interessante notar que os terminais urbanos se localizam, majoritariamente, na mancha determinada pelo centro da RMG. Sendo os terminais os principais elementos estruturadores da rede de transportes, essa concentração implica em uma maior integração do centro-centro e uma menor integração do centro-periferia – o que reforça a manutenção da segregação socioespacial.

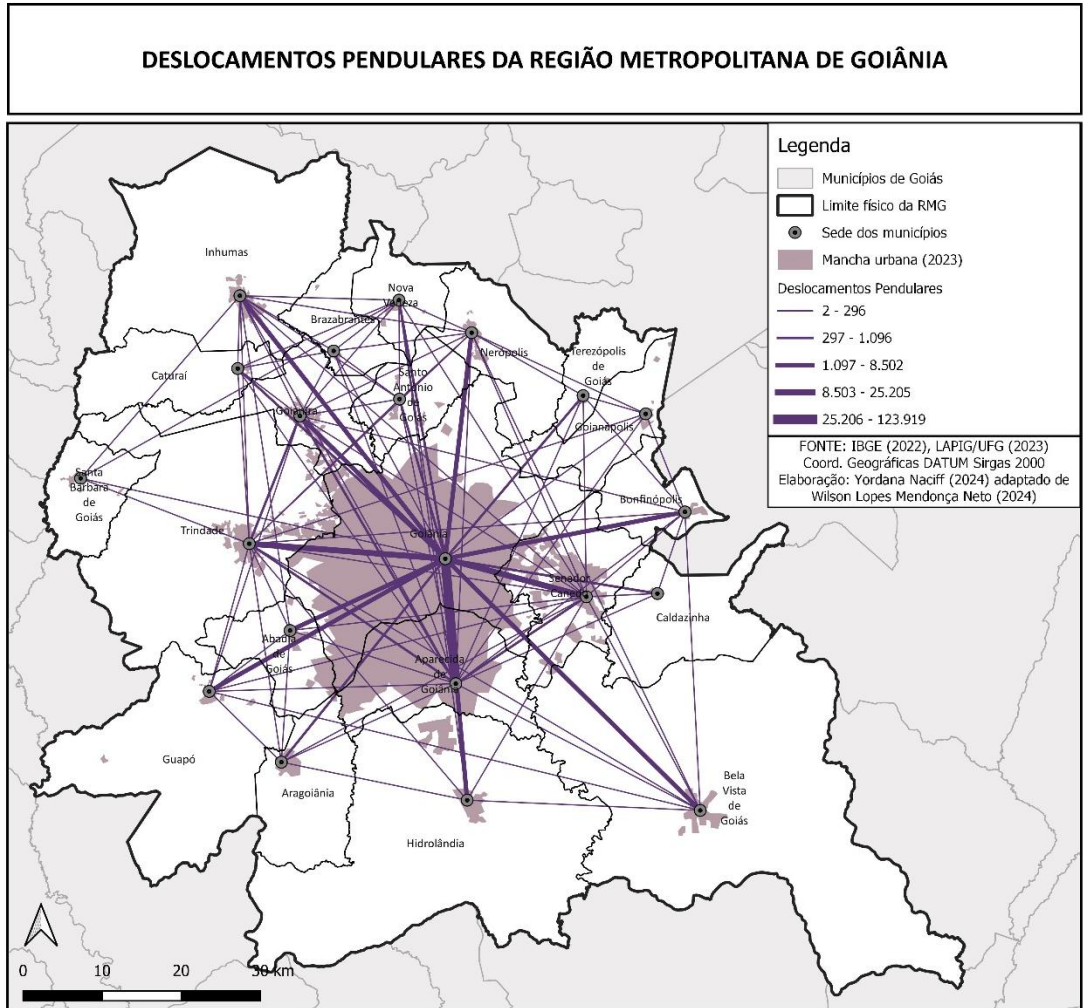
Quanto aos sistemas de financiamento, em dezembro de 2021 foi aprovada a Lei Complementar nº 169 e no início de 2022 a Lei nº 171 que instituiu uma “governança de rede”, dividindo as atribuições financeiras do sistema da seguinte forma: 41,2% de participação do Estado de Goiás; 41,2% do município de Goiânia; 9,4% do município de Aparecida de Goiânia e 8,2% do município de Senador Canedo. Atualmente, a tarifa do transporte coletivo custa R\$ 4,30 para o usuário e o valor do subsídio corresponde aproximadamente R\$ 3,28. O valor da tarifa não é reajustado desde 2019 devido à um convênio entre o Governo de Goiás, a CDTC e as prefeituras da RMG, garantindo a fixação do valor da passagem. Nesse convênio, o estado de Goiás subsidia cerca de 10,6 milhões por mês para assegurar a manutenção do preço da tarifa, apesar disso, a tarifa paga pelo usuário ainda é a principal remuneração do sistema (RMTC, 2023).

A demanda da RMTC alcançou, em um dia típico, cerca de 402 mil passageiros, desses, 63 mil somente relativos ao Eixo Anhanguera (CMTC, 2022). Nesse contexto, a caracterização dos deslocamentos na RMG é importante para a compreensão da dinâmica das viagens realizadas na região. Os deslocamentos que ocorrem na área urbana, com o objetivo principal das pessoas de realizar as suas atividades, impactam na dinâmica de mobilidade de todo o território. Assim, interessa em grande valia à mobilidade a localização das atividades urbanas.

Na Região Metropolitana de Goiânia, segundo o IBGE (2017), aproximadamente 203.662 pessoas se deslocam diariamente por motivo de trabalho e/ou estudo entre os municípios. Os números mais expressivos são encontrados em Trindade, Goiânia, Senador Canedo e Aparecida de Goiânia, cada um com uma população que ultrapassa os dez mil habitantes. Apenas os deslocamentos originados em Aparecida de Goiânia representam mais de 55% do total de deslocamentos entre municípios na Região Metropolitana de Goiânia (Figura 37).

Os deslocamentos pendulares⁸, segundo o IBGE, referem-se ao movimento diário de pessoas que se deslocam entre sua residência e o local de trabalho ou estudo. Esse fenômeno é caracterizado pela ida e volta em um mesmo dia.

Figura 37 – Deslocamentos pendulares da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Em complemento, a Figura 37 expõe a consequência da concentração da oferta de trabalho e estudo o núcleo Goiânia e ainda elucida a dependência dos municípios limítrofes à capital – Aparecida de Goiânia, Trindade, Senador Canedo e Goianira – com as atividades desenvolvidas em Goiânia. Assim, há uma sobrecarga nos sistemas de

⁸ Os deslocamentos pendulares, segundo o IBGE, não representam o número de deslocamentos e sim a quantidade de pessoas que se deslocam.

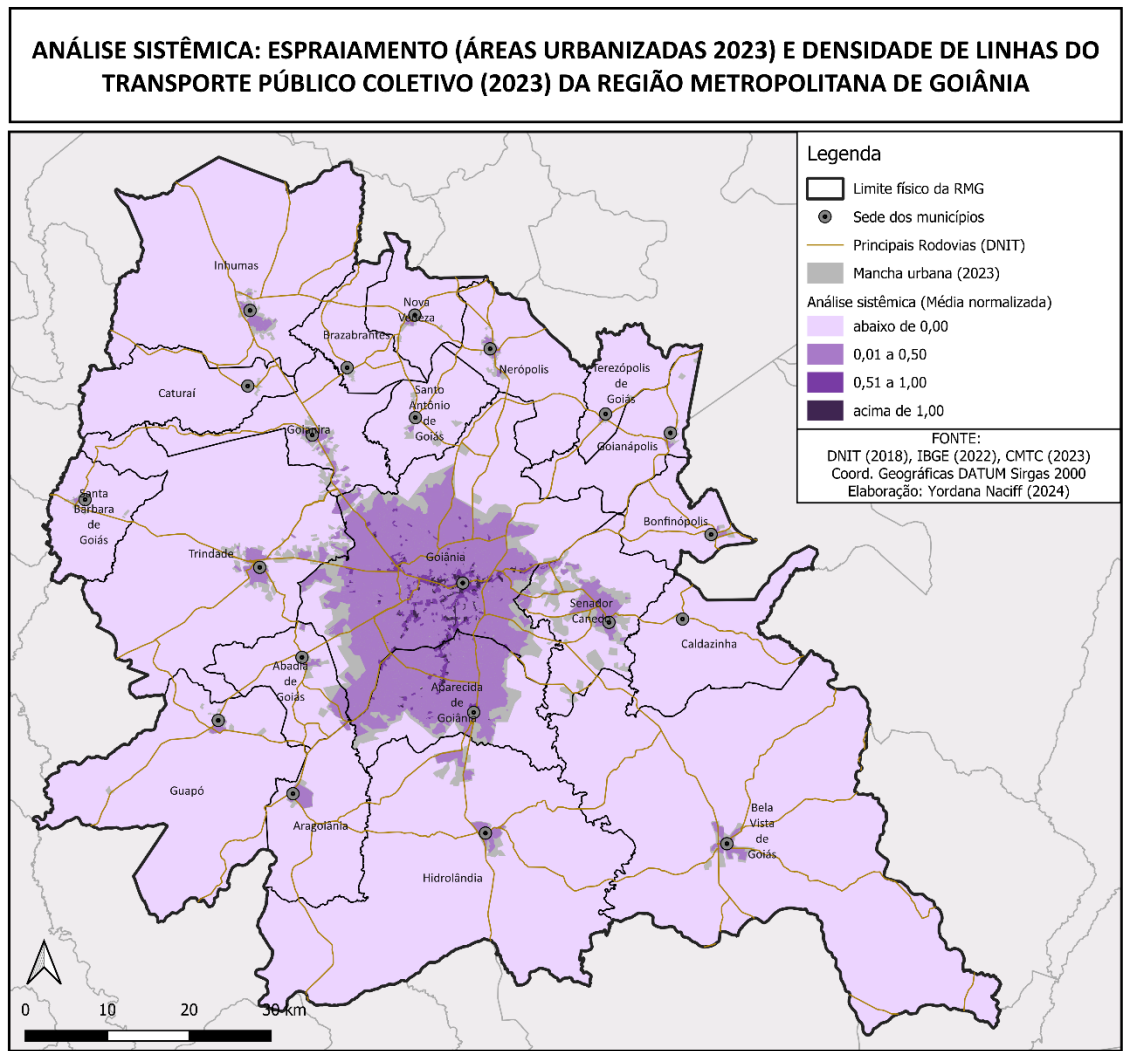
transporte devido aos deslocamentos pendulares dos municípios periféricos com a capital, principalmente nos horários de pico.

Foi aplicado o procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas desse trabalho, visando obter uma exploração quali-quantitativa do objeto de estudo. Foram analisadas, nessa seção, as interações do espraiamento urbano (macrossistema) com as dinâmicas de mobilidade da Região Metropolitana de Goiânia (relação do todo com as partes).

A variável escolhida para a representação das dinâmicas de mobilidade foi a de densidade de linhas de ônibus, calculada pela quantidade de linhas que passam pelos setores censitários. Dessa forma, os valores dessa variável foram normalizados pela operação *Z Score* para permitir a união (média aritmética) dessa variável com o mapa de espraiamento urbano e obter, dessa forma, o mapa síntese dos impactos do espraiamento nas dinâmicas de mobilidade da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 38). Esse mapa foi operacionalizado mais uma vez, a fim de se obter a autocorrelação espacial desses dados obtidos na síntese sistêmica (Figura 39).

A análise sistêmica evidencia que a oferta de linhas do TPC cobre boa parte do perímetro urbanizado, haja vista que as áreas urbanizadas (variável do espraiamento) e as áreas de cobertura das linhas da rede de TPC quase que se sobrepõem. Esse dado é representado pelo valor médio de 0,01 a 0,50 na Figura 38. Locais onde há maiores ofertas de linhas de TPC e mais áreas urbanizadas, são evidenciadas pelos valores de 0,51 até valores acima de 1,00. Esses locais estão restritos ao município de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Notadamente, os maiores valores se encontram em três sentidos principais: a Avenida Anhanguera, as linhas que conectam Goiânia-Aparecida de Goiânia juntamente com a BR-153, e a rodovia GO-040 em direção aos bairros periféricos à Sudoeste da capital (sentido Aragoiânia).

Figura 38 – Análise sistêmica: Espraimento (Áreas urbanizadas 2023) e Densidade de linhas do Transporte Público Coletivo (2023) da Região Metropolitana de Goiânia



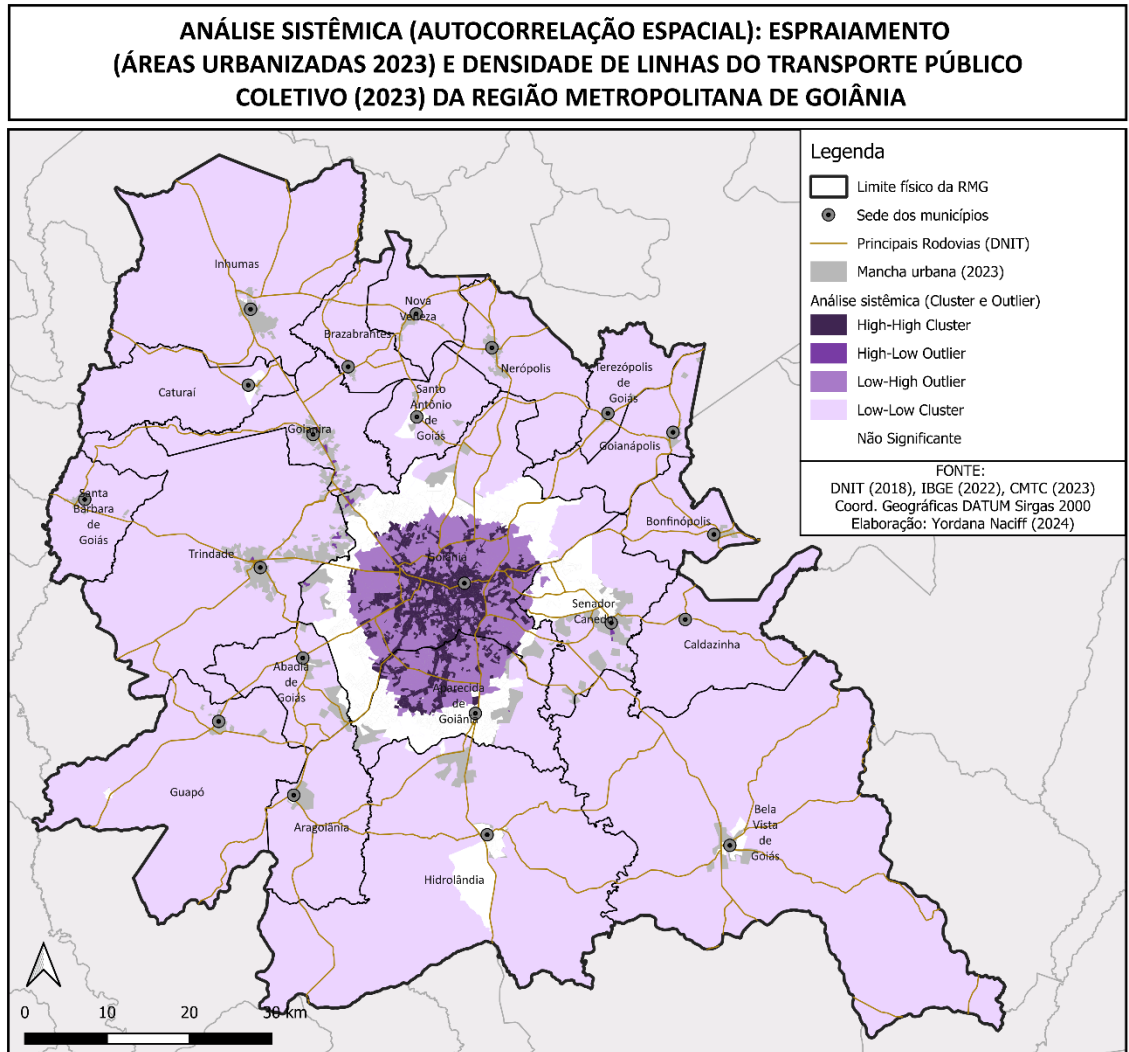
Elaboração: Própria autora (2024).

No território da RMG, as centralidades estão apoiadas ao sistema viário e ao uso e ocupação do solo, orientando uma densidade ocupacional apoiada na rede estrutural de transporte coletivo. Apesar da ligação direta entre os municípios pelo transporte público coletivo, há uma polarização das centralidades que desconecta as cidades e induz uma maior concentração de fluxos pendulares em direção à capital. Essa associação é mais bem identificada no mapa de autocorrelação espacial entre as variáveis de espraio e mobilidade (Figura 39).

No mapa da autocorrelação espacial, exibem-se quatro tipos de classificação dos picos de valores encontrados na relação sistêmica apresentada. O primeiro tipo, o High-High Cluster, se localiza estritamente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia,

elucidando as regiões mais ocupadas e melhor atendidas pela rede de transporte coletivo. O High-Low Outlier se apresenta em poucos setores. São valores altos em meio a valores baixos, ou seja, valores com alta densidade de linhas de TPC e ocupação populacional em meio a valores baixos dessas variáveis. São encontrados nas sedes dos municípios e em áreas próximos às rodovias que ligam o núcleo Goiânia-Goianira e Goiânia-Trindade.

Figura 39 – Análise sistêmica (Autocorrelação espacial): Espraimento (Áreas urbanizadas 2023) e Densidade de linhas do Transporte Público Coletivo (2023) da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria autora (2024).

Quanto aos valores do Low-High Outlier, esses circundam os altos valores, conformando um “anel” no centro da RMG. Esses representam os baixos valores em meio aos altos valores, o que representam os setores censitários mais heterogêneos, com alta ocupação populacional, porém com a oferta da rede de transporte público não tão bem atendida.

Quanto aos valores mais baixos, o Low-Low Cluster, esses são representados principalmente fora da mancha urbana da RMG. Na autocorrelação espacial das variáveis selecionadas, observa-se os valores “não significantes” em torno do núcleo. Esses valores não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam níveis variados assim como os valores dos vizinhos. Dessa forma, observamos nesse dado a presença de áreas que são urbanizadas, mas que não possuem picos de alta ou baixa concentração da rede de transporte público coletivo – as regiões mais espalhadas da RMG.

A relação entre a mobilidade e o espraiamento urbano se configuram em um nocivo ciclo vicioso. O crescimento urbano espalhado gera um aumento tanto na quantidade quanto na extensão das viagens, o que por sua vez contribui para a deterioração da qualidade do transporte público. Isso resulta na diminuição do número de passageiros e no aumento das tarifas, levando a uma maior dependência de veículos particulares, como carros e motocicletas, e, conseqüentemente, ao aumento dos congestionamentos. Essa situação exige a construção de mais vias, o que por sua vez favorece o crescimento disperso das áreas urbanas, alimentando um ciclo vicioso.

3.4. DINÂMICAS AMBIENTAIS

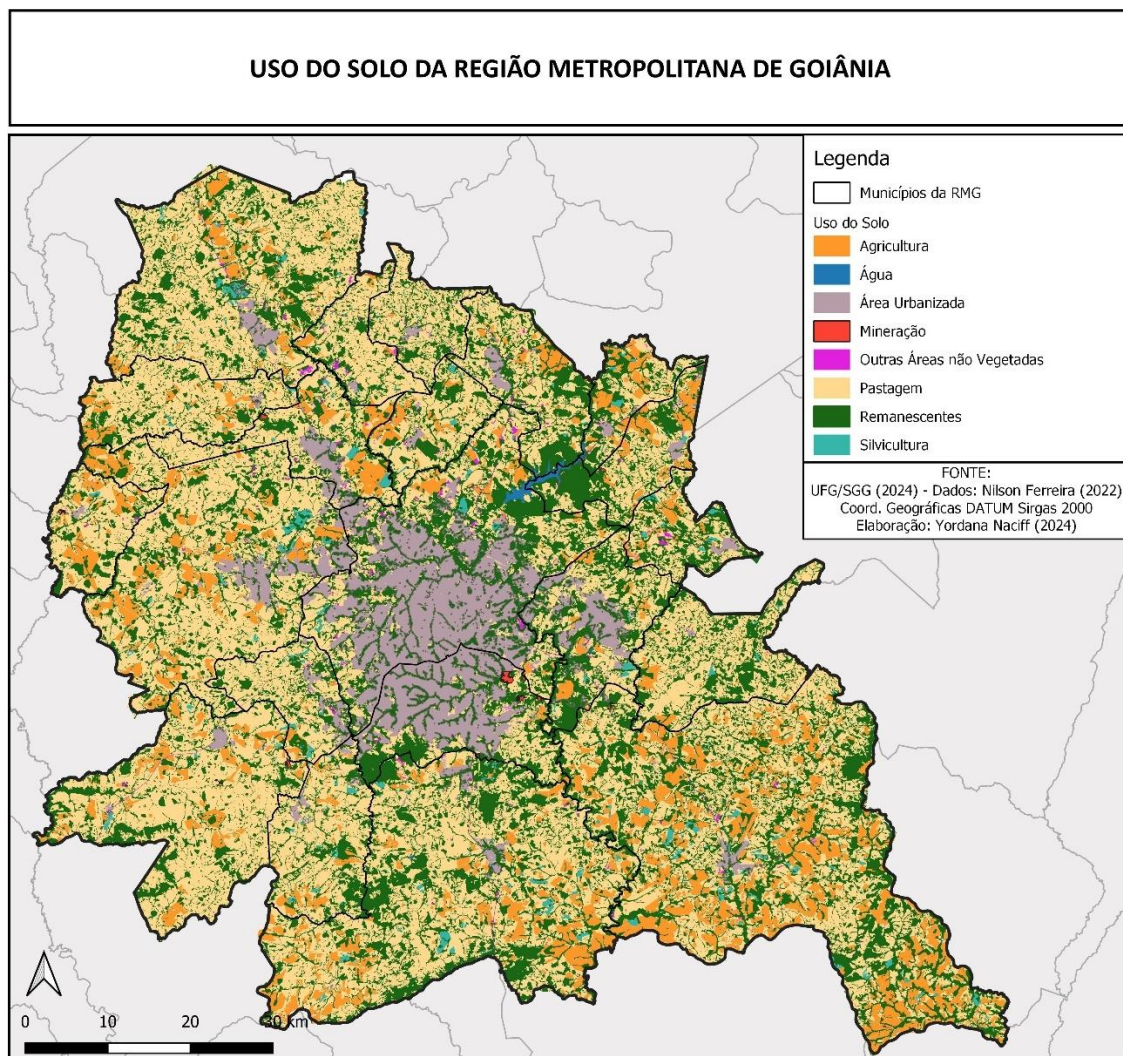
A mancha urbana da Região Metropolitana de Goiânia segue crescendo, incorporando novas terras pelo mercado imobiliário e convertendo áreas verdes em ambientes urbanizados. Segundo Ferreira *et al* (2023, p. 135), esses locais merecem atenção para a preservação da biodiversidade local e para a concentração dos recursos hídricos, especialmente devido à “inobservância entre as propostas de expansão urbana com as áreas de proteção das sub-bacias de captação de água para abastecimento público”.

Discorrer sobre o uso do solo na Região Metropolitana de Goiânia, sobretudo considerando seu impacto ambiental, apresenta desafios significativos. Cerca de 2% da população da RMG reside nas zonas rurais que abrigam os principais mananciais de captação de água que abastece todo o território metropolitano. Esses locais estão comprometidos devido à expansão urbana extensiva e devido às práticas de produção das atividades agropecuárias (Ferreira *et al*, 2023).

Apesar da Região Metropolitana de Goiânia ter um uso do solo diversificado (Figura 40), 36% do uso do solo é de predominância de pastagem, 22% de agricultura e apenas 32% da área total são de remanescentes de vegetação (mata nativa), incluindo as áreas de

preservação ambiental (APPs). Dessa composição, cerca de 8,7% do solo é relativo à mancha urbana. A interação entre a utilização e a pressão exercida sobre o solo, especialmente para o desenvolvimento urbano – como a criação de loteamentos – tem levado à destruição do cerrado nativo. Isso tem consequências significativas nas áreas de preservação permanente ao redor dos cursos d'água e nas regiões adjacentes aos eixos rodoviários (Goiás; UFG, 2017; SGG; UFG, 2024).

Figura 40 – Uso do solo da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria Autora (2024) com dados de (SGG; UFG, 2024).

A expansão da área urbana da Região Metropolitana de Goiânia é um reflexo do êxodo rural brasileiro que ocorreu entre 1950-1970, principalmente na região do Centro-Oeste. O crescimento urbano desordenado afeta negativamente a qualidade de vida da população devido às mudanças no solo, na vegetação e no clima local, tendo consequências também em termos sociais (Ferreira *et al*, 2023).

Com a promulgação da Lei nº 9.885, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), o Brasil criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (UCs), objetivando contribuir com a manutenção da diversidade biológica, dos recursos genéticos no território nacional e a proteção dos recursos naturais necessários à subsistência da população. São doze categorias de unidades de conservação dispostas em dois grandes grupos: cinco categorias de unidades de conservação de proteção integral (objetiva preservar a natureza) e sete categorias de unidades de conservação de uso sustentável (visa o uso sustentável dos recursos naturais).

Na Região Metropolitana de Goiânia há onze unidades de conservação, sendo três de proteção integral e oito de uso sustentável, conforme Quadro 15. Existem ainda, no município de Goiânia, de acordo com dados da Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia (AMMA), outras 195 áreas protegidas de parques em várias regiões da cidade, mas com cadastros incompletos no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), por isso não estão citadas nesse estudo. As UCs da Região Metropolitana de Goiânia representam apenas 11% da área total da RMG, sendo que UCs de proteção integral representam apenas 0,7% (Goiás; UFG, 2017).

Quadro 15 – Unidades de conservação (UC) presentes na RMG

NOME DA UC	ADMINISTRAÇÃO	ÓRGÃO GESTOR	CATEGORIA DE MANEJO	GRUPO	ÁREA (ha)
PE Altamiro de Moura Pacheco	Estadual	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção Integral	2.132
PE João Leite	Estadual	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção Integral	2.832,28
PE Telma Ortegá	Estadual	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção Integral	165,96
APA João Leite	Estadual	SEMAD/GO	Área de Proteção Ambiental	Uso sustentável	72.128
APA Fazenda Primavera	Municipal	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Santa Bárbara (SMMASB)	Área de Proteção Ambiental	Uso sustentável	2.210,22
APA Serra das Areias	Municipal	SECIMA/APG	Área de Proteção Ambiental	Uso sustentável	3.965
RPPN Chácara das Mangueiras	Federal	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	17,03
RPPN Reserva Ambiental de Educação e Pesquisa Banana Menina	Federal	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	65,33

RPPN Parque Botânico dos Kaiapós	Federal	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	80,7
RPPN Fazenda Bom Sucesso	Federal	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	28,23
RPPN Fazenda Santa Branca	Federal	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	35,94

Legenda: APA = Área de Proteção Ambiental; PE = Parque Estadual; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG (2017); SGG; UFG (2024)

As áreas de preservação têm uma importância crucial na proteção dos recursos hídricos, já que muitas delas abrigam nascentes e cursos d'água. Isso é essencial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos e para garantir o acesso contínuo à água doce. Dessas UCs apresentadas, a RMG possui seis que são de maior relevância em relação à área abrangida e seus objetivos de criação: APA do Ribeirão João Leite, APA Serra das Areias, APA Fazenda Primavera, PE Altamiro de Moura Pacheco, PE Telma Ortegale e PE do João Leite (Figura 41). É essencial que se avaliem os mecanismos de gestão das UCs existentes, elaborando planos de manejo para aquelas que não possuem e revisando os planos daquelas que já possuem instrumento de manejo.

A elevada densidade populacional, combinada com a degradação da vegetação nativa, pode resultar em problemas ambientais como a escassez de água, a perda de serviços ecossistêmicos e inundações frequentes nas áreas urbanas. Esses problemas podem ser agravados pelas mudanças climáticas. Portanto, a preservação dos remanescentes de vegetação nativa e a restauração das áreas degradadas são urgentes, pois essas áreas desempenham funções ecossistêmicas cruciais (SGG; UFG, 2024).

Figura 41 – Unidades de Conservação selecionadas na RMG



Elaboração: Própria Autora (2024) com dados de (SGG; UFG, 2024).

Em termos de vulnerabilidade ambiental, o estudo atualizado da SGG e UFG (2024) compilou dados relativos à potencialidade erosiva, índice de umidade topográfica, profundidade do lençol freático e declividade do relevo, em cinco classes, sendo elas: muito alta vulnerabilidade, alta vulnerabilidade, média vulnerabilidade, baixa vulnerabilidade e muito baixa vulnerabilidade. Associados com esses dados, foi sobreposta as bacias de captação de água destinado ao consumo humano para vislumbrar diretrizes e prognósticos de preservação para esses locais (Figura 42).

A água é um direito humano fundamental. Assim, a preocupação com os recursos hídricos em geral direciona o uso do solo, os locais de captação de água e potenciais conflitos decorrentes da expansão urbana nas zonas de maior vulnerabilidade ambiental. A Região Metropolitana de Goiânia está situada em três bacias hidrográficas localizadas

na parte Central-Leste do Estado, que fazem parte da Bacia do Rio Paranaíba. A maioria dos municípios da RMG, 17 no total, está na bacia do Rio Meia Ponte. Além disso, a região também abrange as Bacias do Rio Turvo e dos Bois, bem como a Bacia do Rio Corumbá.

Figura 42 – Vulnerabilidade Ambiental na RMG nos mananciais de captação de água para abastecimento público



Elaboração: Própria Autora (2024) com dados de (SGG; UFG, 2024).

Nota-se que as áreas com maior vulnerabilidade ambiental na Região Metropolitana de Goiânia estão localizadas principalmente à Norte, ao longo dos cursos d'água e na parte Sul do município de Bela Vista. É essencial estabelecer diretrizes para o uso e ocupação do solo nessas áreas vulneráveis, a fim de protegê-las e prevenir processos de degradação ou erosão. O planejamento urbano deve promover atividades que sejam compatíveis com a preservação dessas áreas mais suscetíveis a impactos ambientais.

Além disso, em relação à segurança hídrica, há uma governança ainda incipiente com pouca integração entre os municípios da RMG nos Comitês de Bacia Hidrográfica. Há a necessidade de melhorar a articulação entre os municípios para potencializar o sistema de governança hídrica com participação ativa da sociedade nessas discussões. Com o desmatamento crescente que afeta, sobretudo, as áreas de preservação permanente, é imprescindível envolver os municípios na gestão compartilhada de áreas de interesse comum, evitando a expansão urbana que comprometa as captações de água (SGG; UFG, 2024).

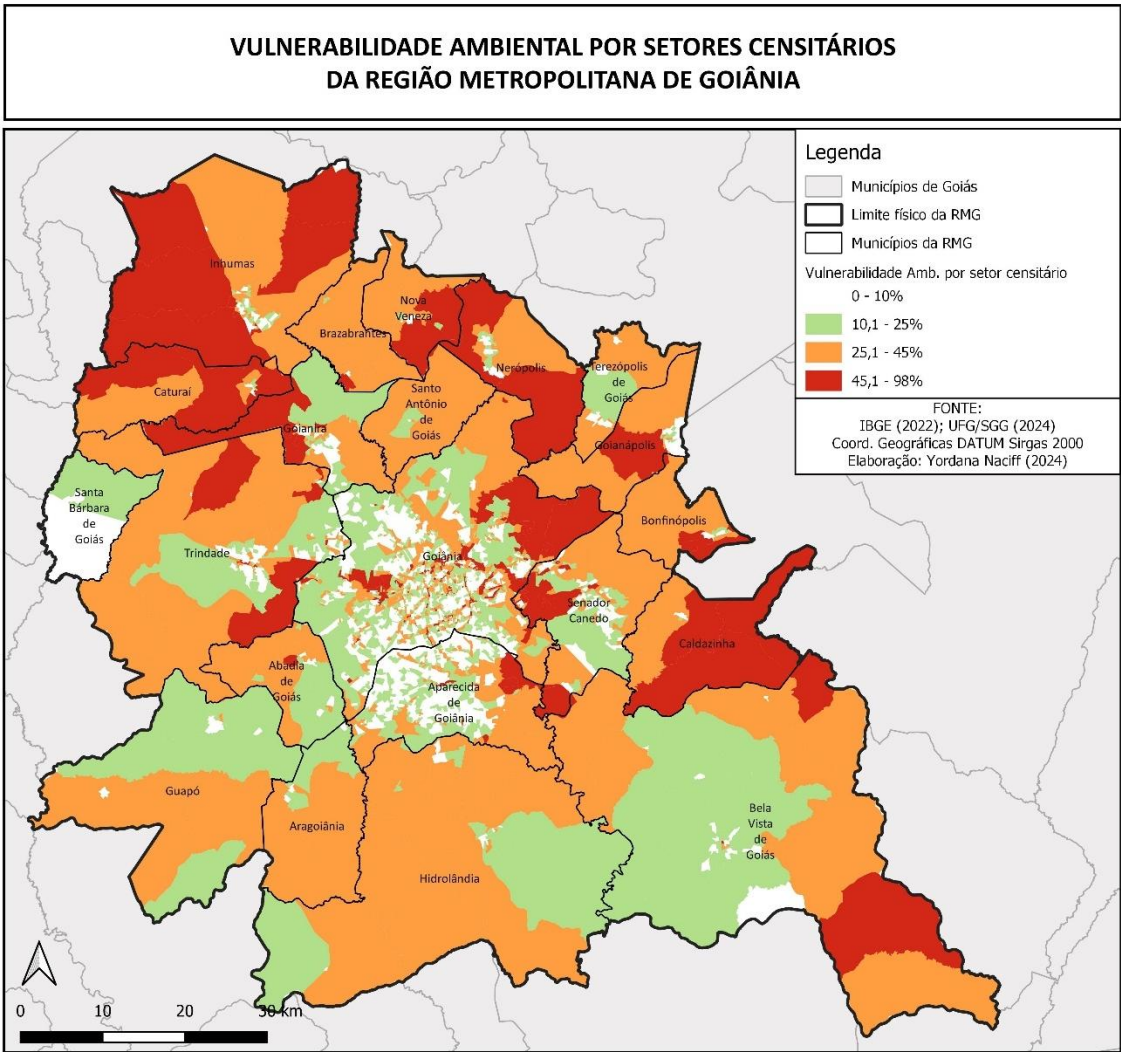
A taxa de urbanização da Região Metropolitana de Goiânia que em 1940 era de 25%, foi para 98% em 2010. Em 2022, apresentou a segunda maior taxa média geométrica de crescimento anual da população residente, no período entre 2010 e 2022, que foi de 1,49% ao ano (Goiás; UFG, 2017; Haddad *et al*, 2023). Essa perspectiva de continuidade do crescimento exerce uma pressão urbana sobre as bacias de captação, sobretudo em análise aos impactos e vulnerabilidades ambientais.

Juntamente com o crescimento da mancha urbana, há constantes alterações nas Leis de Perímetro Urbano que, por sua vez, aumentam a área de expansão urbana para a implantação de novos empreendimentos imobiliários. Essas alterações nas legislações municipais nem sempre são comunicadas com outros órgãos, o que dificultam a gestão dos recursos hídricos do território.

Para se obter uma exploração quali-quantitativa do objeto de estudo, foi aplicado o procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para as análises urbanas desse trabalho através de análises georreferenciadas em etapas de sobreposições. Para tal configuração, serão analisadas nessa seção as interações do espraiamento urbano (macrossistema) com as dinâmicas ambientais da Região Metropolitana de Goiânia (relação do todo com as partes).

A variável escolhida para a representação das dinâmicas ambientais foi a de vulnerabilidade ambiental. As manchas de vulnerabilidade tipo alta e muito alta foram manipuladas dentro dos setores censitários da RMG (IBGE, 2022) resultando em uma porcentagem de vulnerabilidade ambiental em cada setor (Figura 43). Amplia-se, dessa forma, a percepção qualitativa e quantitativa do padrão de distribuição da vulnerabilidade ambiental nesse território.

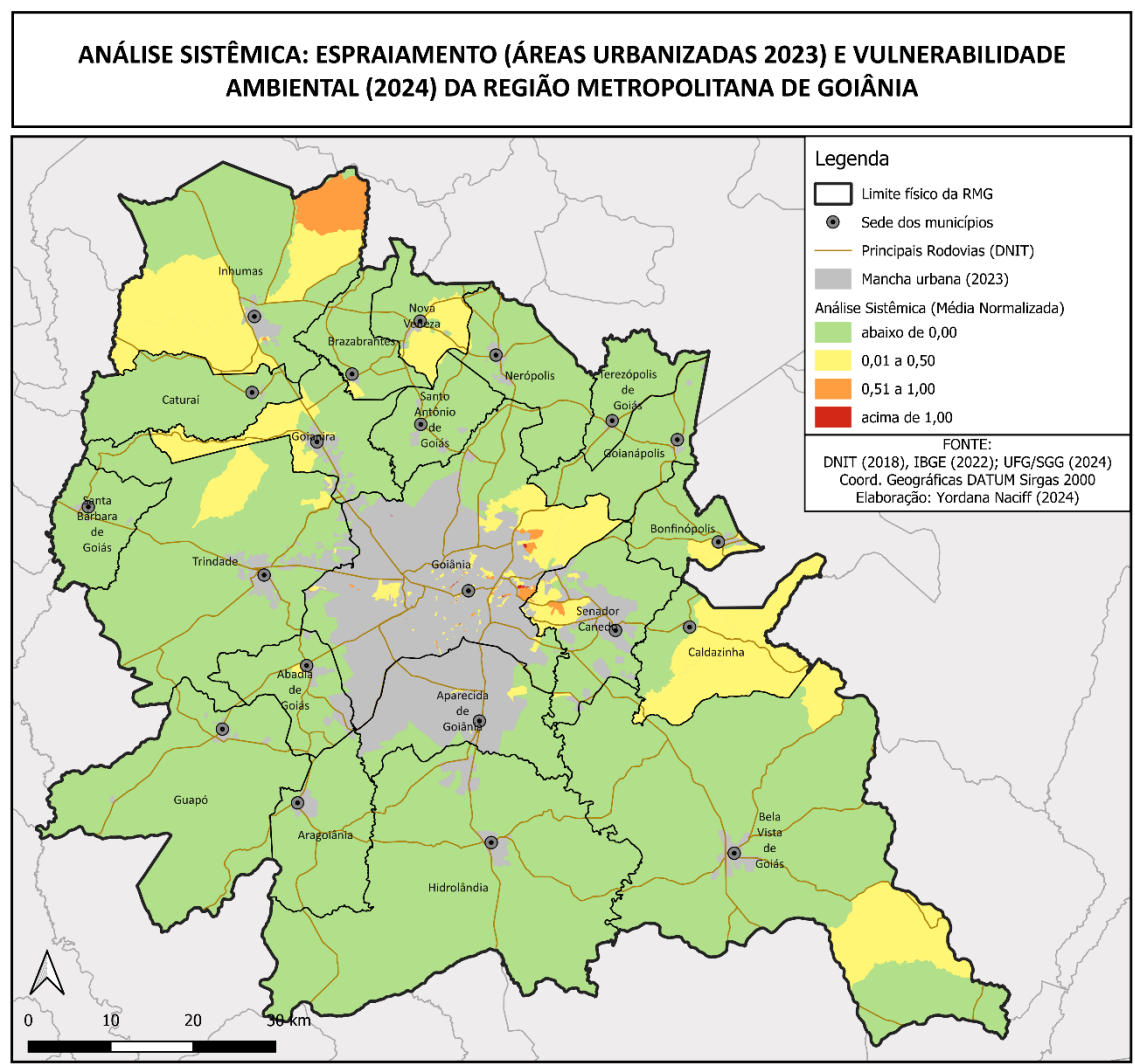
Figura 43 – Vulnerabilidade Ambiental por setores censitários



Elaboração: Própria Autora (2024)

Em seguida, os valores da dessa variável (porcentagem de vulnerabilidade ambiental por setor censitário) foram normalizados pela operação *Z Score* para permitir a união (média aritmética) dessa variável com o mapa de espraiamento urbano e obter, dessa forma, o mapa síntese dos impactos do espraiamento nas dinâmicas ambientais da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 44). Esse mapa foi operacionalizado mais uma vez, a fim de se obter a autocorrelação espacial desses dados obtidos na síntese sistêmica (Figura 45).

Figura 44 – Análise Sistêmica: Espraimento (Áreas urbanizadas 2023) e Vulnerabilidade Ambiental (2024) da Região Metropolitana de Goiânia



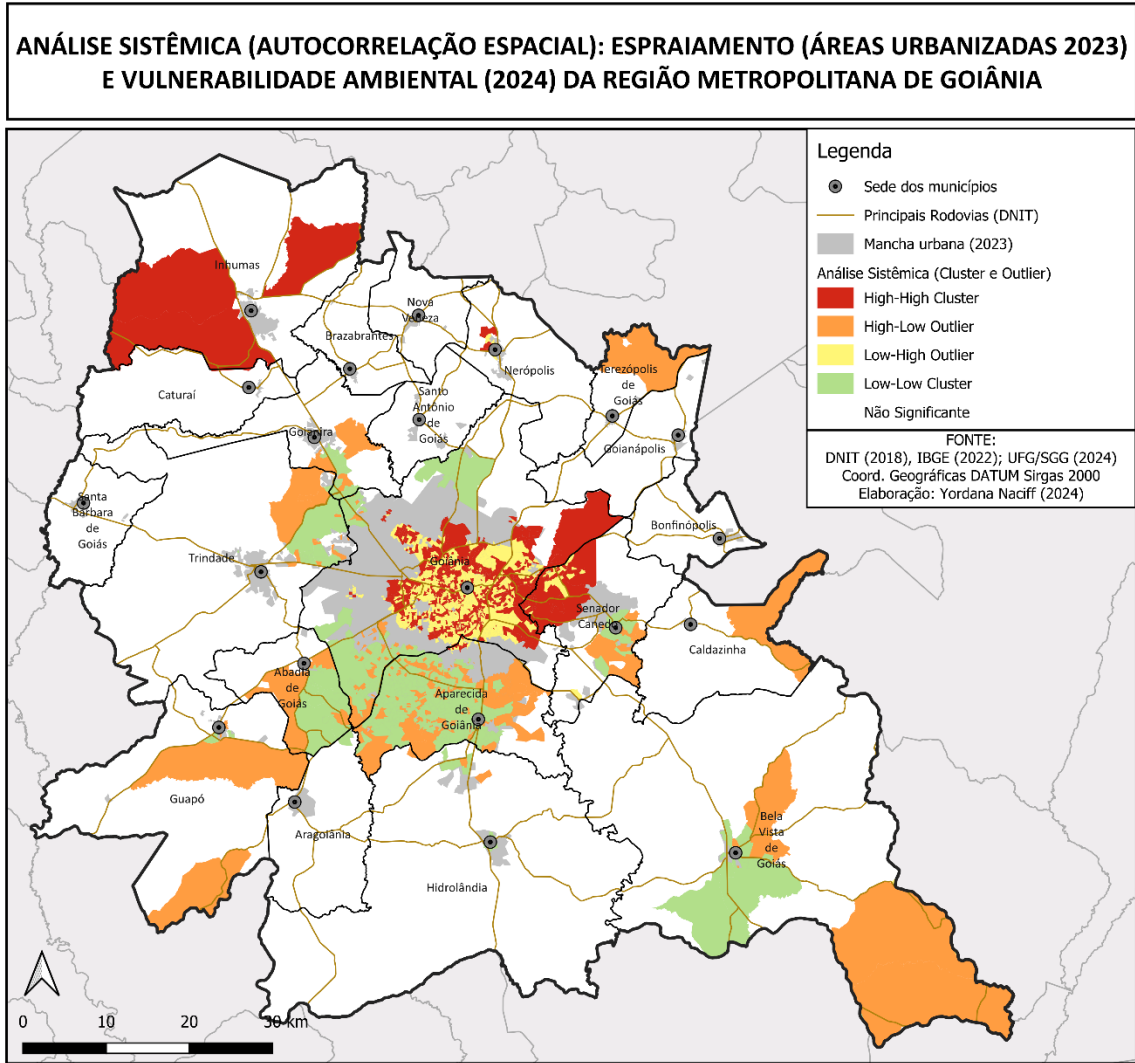
Elaboração: Própria Autora (2024)

A sobreposição sistêmica da variável de espraiamento (área urbanizada) com a variável das dinâmicas ambientais (porcentagem de vulnerabilidade ambiental por setor censitário) elucida os valores de 0,01 a 0,50 concentrados em poucos setores censitários. Esses valores são locais com alta vulnerabilidade ambiental, mas não necessariamente contém áreas urbanizadas. São áreas mais espraiadas e vulneráveis.

Os valores mais críticos são de 0,51 a 1,00 e acima de 1,00, e esses se encontram somente em Goiânia, Senador Canedo e uma parte de exceção em Inhumas. Nessas áreas de Goiânia e Senador Canedo há a sobreposição de áreas com alta vulnerabilidade ambiental e áreas com alta urbanização que merecem a atenção devida do controle de uso do solo devido à sobrecarga ambiental nesses locais.

Majoritariamente, a composição do território da RMG – nas áreas dentro e fora da mancha urbana – são compostas de valores abaixo de zero, ou seja, baixos níveis de urbanização e baixa vulnerabilidade ambiental. Esse dado é explicado de maneira mais expressiva na Figura 45 com a autocorrelação espacial das variáveis que denotam os picos de concentração das áreas urbanizadas e vulneráveis.

Figura 45 – Análise Sistêmica (Autocorrelação espacial): Espreadimento (Áreas urbanizadas 2023) e Vulnerabilidade Ambiental (2024) da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria Autora (2024)

Há quatro tipos de classificação dos picos de valores encontrados na relação sistêmica apresentada. O primeiro tipo, o High-High Cluster, se localiza nos municípios de Goiânia e Senador Canedo – e uma parte em exceção de Inhumas. Esse valor elucida as regiões com maiores vulnerabilidades ambientais e os setores mais urbanizados. Em relação aos valores do High-Low Outlier, esses representam os altos valores em meio aos baixos

valores, o que representam os setores que detêm de áreas de vulnerabilidade ambiental e ocupação urbana mais elevado, contudo, são picos em relação à sua vizinhança que possui baixos valores de vulnerabilidade e de ocupação urbana. São encontrados mais expressivamente nos municípios de Guapó, Abadia de Goiás, Trindade, Goianira, Terezópolis de Goiás, Caldazinha, Senador Canedo e Bela Vista de Goiás.

Quanto aos valores do Low-High Outlier, esses circulam e permeiam os altos valores da RMG como um círculo no núcleo do território. Esses valores exibem os valores de baixa vulnerabilidade ambiental que estão imediatamente ao lado dos valores mais altos. Quanto aos valores mais baixos, o Low-Low Cluster, são dispostos nas regiões menos urbanizadas e com menores vulnerabilidades ambientais. A maioria dos valores estão classificados como “não significantes” por não haver uma sobreposição concreta em todos os setores entre as duas variáveis analisadas, ou seja, nem todos os setores dispõem de sobreposição de áreas vulneráveis e urbanizadas. São valores aleatórios não classificados nos quatro tipos de análise da autocorrelação espacial.

3.5. REFLEXÕES SOBRE O ESPRAIAMENTO E A DINÂMICA TERRITORIAL DA RMG

O caminho analítico percorrido até esse ponto da pesquisa permite sugerir um conjunto de reflexões parciais relativas ao espraiamento urbano e à dinâmica territorial da Região Metropolitana de Goiânia. Mesmo que restringido a um limitado grupo de domínios temáticos que foram abordados, a interpretação dos resultados alcançados possibilita a elaboração de linhas de ação frente aos notáveis impactos percebidos.

De maneira nítida, deve-se considerar a hipótese principal que *o espraiamento urbano leva à configuração de uma região dispersa, desconectada e mononucleada* – tal como observado no território da RMG. A expansão metropolitana da RMG acompanha os principais eixos viários/rodoviários e o centro metropolitano, apontando que a expansão metropolitana em estudo se relaciona de forma direta com a oferta de infraestrutura urbana e econômica. Portanto, apesar das áreas vazias, Goiânia expandiu-se devido à necessidade de habitação, impulsionada pelo mercado imobiliário, estendendo-se em direção à periferia e às cidades vizinhas.

A compilação de áreas urbanizadas por setores censitários exhibe que, de maneira espraçada, as periferias do núcleo abrigam vazios urbanos com territórios subutilizados que ficam entre o núcleo densificado e outros setores de ocupação mediana. Conota-se a presença de periferias muito próximas a padrões urbanizados mais densos. São os bairros mais afastados, carentes de infraestrutura e com baixa disponibilidade de equipamentos públicos básicos.

Em relação à dinâmica populacional e socioterritorial, o espraçamento implicou na queda da densidade populacional, domiciliar e de empregos. Houve uma maior desconcentração espacial. Os mapas analisados exibem a fragmentação dos núcleos de alta densidade em pequenos grupos de densidades menores de maneira mais espalhada na cidade. Há ainda a presença de valores baixos de densidade e urbanização que estão imediatamente ao lado dos valores mais altos, exibindo a desigualdade de ocupação territorial e constatando ainda a presença de setores censitários vazios de ocupação.

Quanto às dinâmicas econômicas, elucida-se uma disparidade na distribuição socioeconômica dos habitantes ao longo do território. Enquanto os maiores ganhos mensais médios por domicílio estão concentrados nas cidades de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo, em comparação com os demais municípios, fica evidente que a grande maioria que possui rendimentos detém cerca de 13 vezes menos que algumas parcelas da região – identificando assim as partes mais segregadas e desconectadas do centro urbano. As variações dos valores encontrados – que conformam centros, periferias e subúrbios – são configurados pela composição econômica da Região Metropolitana de Goiânia.

Nas dinâmicas de mobilidade, apesar de ser aparentemente abrangente, o transporte público coletivo da RMG não dispõe de infraestrutura adequada, como quantidades satisfatórias de corredores exclusivos para assegurar a velocidade operacional, pontualidade e confiabilidade. Nota-se que os terminais urbanos se localizam, majoritariamente, na mancha determinada pelo centro da RMG. Essa concentração implica em uma maior integração do centro-centro e uma menor integração do centro-periferia – o que reforça a manutenção da segregação socioespacial. Em relação ao espraçamento urbano, apesar da ligação direta entre os municípios pelo transporte público coletivo, há uma polarização das centralidades que desconecta as cidades e induz uma maior concentração de fluxos pendulares em direção à capital.

As dinâmicas ambientais da Região Metropolitana de Goiânia expõem um alerta ao planejamento urbano. Nota-se que há uma inobservância entre as propostas de expansão urbana com as áreas de proteção ambiental, sobretudo as áreas de vulnerabilidade alta que coincidem com áreas bastante urbanizadas. A elevada densidade populacional, combinada com a degradação da vegetação nativa, pode resultar em problemas ambientais como a escassez de água, a perda de serviços ecossistêmicos e inundações frequentes nas áreas urbanas. O planejamento urbano deve promover atividades que sejam compatíveis com a preservação dessas áreas mais suscetíveis a impactos ambientais.

Contudo, o espraiamento urbano expõe, na RMG, um processo de fragmentação territorial impelido pelas lógicas de tensões e interesses diversos no uso do solo. Esse espraiamento urbano, resultado de um crescimento urbano extensivo, ocorreu de maneira dispersa nos municípios periféricos da capital, gerando significativos impactos sociais, ambientais, de mobilidade e econômicos. Em âmbito metropolitano, esses impactos requerem a implementação de políticas públicas integrativas para mitigar o espraiamento pois, *somente a partir de uma região coordenada, conectada e polinucleada seria possível promover um desenvolvimento regional integrado metropolitano* na RMG.

The background of the page is a detailed, light gray map of a city's street grid. A prominent white diagonal band runs from the bottom-left towards the top-right, highlighting a specific urban corridor. The text is centered over this band.

PARTE 2

ORDENANDO A CENA

A primeira parte da Tese “Definindo a Cena” consistiu em analisar o cenário do espraiamento urbano e seus impactos nas dinâmicas territoriais da Região Metropolitana de Goiânia. Essa segunda parte da pesquisa “Ordenando a Cena” se propõe a estabelecer diretrizes e ações para mitigar o espraiamento urbano e promover o ordenamento territorial e o desenvolvimento urbano integrado da RMG.

A discussão sobre ordenamento territorial e desenvolvimento urbano integrado auxilia no planejamento das cidades visando a resolução de problemas por meio de uma previsão coordenada de ações estratégicas. O desenvolvimento urbano integrado quando alinhado com o ordenamento territorial, determina a necessidade de pensar o espaço e alinhar as políticas públicas visando o desenvolvimento territorial estratégico e os projetos estruturantes da região metropolitana e aglomerações urbanas.

Com essa finalidade, primeiramente apresenta-se o capítulo introdutório do referencial teórico, intitulado por “Desenvolvimento Urbano Integrado” contendo dois itens: i) Ordenamento territorial e desenvolvimento urbano e ii) Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDUI-RMG). O primeiro item contempla os conceitos e aspectos na perspectiva normativa; explora a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e; aponta as diretrizes do Planejamento Estratégico Urbano. Já o segundo item apresenta sobre as pesquisas em desenvolvimento do PDUI-RMG, sobre os instrumentos de planejamento do processo de elaboração do plano e sobre os resultados alcançados com o diagnóstico do plano.

De maneira conseguinte, o capítulo 6 dessa pesquisa se direciona a analisar as diretrizes e cenários de ordenamento para a Região Metropolitana de Goiânia em dois itens: i) Diretrizes e estratégias de desenvolvimento urbano integrado e; ii) Análise espacial e resultados. Esse último item é composto da construção de mapas de diretrizes urbanas e elaboração de cenários para as dinâmicas populacionais e socioterritoriais, econômicas, de mobilidade urbana e ambientais.

A segunda parte da Tese se encerra com as conclusões e considerações finais sobre o que foi abordado e analisado na primeira e na segunda parte da pesquisa. Disserta-se sobre a síntese da pesquisa e recapitulação dos temas, reafirmação da Tese e hipótese, contextualização dos resultados, considerações finais, limitações e orientações para as pesquisas futuras.

DESENVOLVIMENTO URBANO
INTEGRADO

4

CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO

O quarto capítulo dessa tese se dedica a construção da fundamentação teórica acerca do desenvolvimento urbano integrado. Dividido em dois itens, primeiramente discorre-se sobre o ordenamento territorial e desenvolvimento urbano e, por fim, explicita-se sobre o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDUIRMG). No primeiro item são abordados os conceitos e aspectos na perspectiva normativa e a definição e aplicação sobre o planejamento estratégico urbano. Já no segundo item, são discutidas questões referentes ao processo de elaboração do PDUIRMG, além dos resultados já alcançados com o diagnóstico, prognóstico e diretrizes para esse território.

4.1. ORDENAMENTO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO URBANO

A globalização econômica e comunicacional juntamente com o alastramento da urbanização e a revolução tecnológica, estão alterando profundamente os sistemas de produção e consumo, trazendo consequências nas estruturas espaciais das cidades e territórios. Esse movimento de globalização econômica, urbanística e civilizacional estão sujeitos a exigências de qualificação que só serão alcançadas com “processos estratégicos de gestão flexíveis e consistentes, envolvendo e mobilizando os atores urbanos e os cidadãos” para dotar as nossas cidades com condições de qualidade de vida (Ferreira, 2015, p. 21).

Os problemas econômicos, sociais, culturais, de gestão e governabilidade que as cidades e regiões enfrentam seriam mais facilmente contornados com políticas adequadas de desenvolvimento urbano aliado ao planejamento estratégico que antecipa e ordena os acontecimentos. Esse tipo de política de administração pública amplia a abertura à participação cidadã, organiza as lideranças de gestão e aplica a visão sistêmica para uma completa metodologia de ação de ordenamento territorial e qualificação das cidades.

As regiões metropolitanas, em geral, são envoltas nas faltas de ações integrativas que favoreçam o funcionamento do território como uma região única, onde as pessoas possam circular livremente e acessar os serviços públicos de maneira agregada. É necessário haver propostas de gestão urbana com políticas integradas e inclusivas para as regiões metropolitanas que permitam que a população faça uso das cidades como “um

espaço democrático com acessos, sem distinção aos serviços da administração pública capazes de garantir o bem-estar” (Pietrafesa *et al*, 2023, p. 152).

Há anseios pela implementação de políticas públicas integrativas enquanto respostas às constantes modificações estruturais dos territórios. Dessa forma, os conceitos de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano e planejamento estratégico serão destrinchados nesse capítulo a fim de compreender seus aspectos na perspectiva normativa, bem como seus objetivos para aplicação prática.

4.1.1. Conceitos e aspectos na perspectiva normativa

A partir da década de 1960, houve uma mudança significativa na composição demográfica do Brasil que, em um período de apenas cinco décadas, a maioria da população migrou do campo para as cidades. Esse processo, uma das urbanizações mais rápidas do mundo, ocorreu sem a implementação de políticas essenciais para garantir uma transição urbana digna para aqueles que deixaram e ainda deixam as áreas rurais do Brasil (Ministério das Cidades, 2004).

Durante o período do regime militar, houve uma das tentativas mais evidentes de estabelecer uma política urbana no Brasil. Em 1973, o 2º Plano Nacional de Desenvolvimento delineou as linhas gerais para uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, sendo sua execução responsabilidade da Secretaria de Articulação entre Estados e Municípios. Esse órgão foi sucedido pela Comissão Nacional de Política Urbana e Regiões Metropolitanas. Apesar dos esforços, a aplicação dos planos diretores não acontecia, as cidades continuavam a ignorar as necessidades das suas populações, a participação da sociedade foi mínima e houve pouca divulgação sobre essa significativa produção intelectual e técnica.

Entre esse período, até 1985, com as iniciativas do Sistema Financeiro da Habitação e o Banco Nacional da Habitação (BNH), foram construídas mais de 4 milhões de moradias com os principais sistemas de saneamento. Contudo, entre 1980 e 1990, o país entra em compasso de baixo crescimento. O avanço dos segmentos produtivos relacionados à habitação e ao saneamento diminui, enquanto o Banco Nacional de Habitação (BNH), atolado em dívidas, é encerrado em 1986. O caminho percorrido pelas instituições da política urbana segue a seguinte cronologia:

Em 1985, foi criado o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Em 1987 ele se converte no Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente, ao qual fica subordinada a Caixa Econômica Federal. Em 1988 é criado o Ministério da Habitação e do Bem-Estar Social e, em 1990, o Ministério da Ação Social, que vincula a política habitacional às políticas de “ação social” [...] Em 1995 foi criada a Secretaria de Política Urbana, subordinada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, que, ainda na vigência do governo Fernando Henrique Cardoso que a instituiu, foi transformada em Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (SEDU), vinculada à Presidência da República (Ministério das Cidades, 2004, p.10-11).

Nesse período, ocorria em paralelo, muitas ações e manifestações comandadas pelo Movimento Nacional pela Reforma Urbana que buscavam a aprovação do Projeto de Lei denominado Estatuto da Cidade – aprovado em 2001 como a Lei Federal 10.257. Assim, em 2003 é criado o Ministério das Cidades e a *Política Nacional de Desenvolvimento Urbano* em uma maior consciência política da questão urbana. Juntamente com eles, surgem os Comitês Técnicos do Conselho das Cidades nas seguintes temáticas: Habitação, Saneamento Ambiental, Transporte/ Mobilidade e Trânsito e Planejamento Territorial.

Segundo o Ministério das Cidades (2004, p.7), a construção da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano teve origem na 1ª Conferência Nacional das Cidades enquanto uma resposta a uma crise urbana emergente que estava a exigir a criação de uma “política nacional orientadora e coordenadora de esforços, planos, ações e investimentos dos vários níveis de governo e, também, dos legislativos, do judiciário, do setor privado e da sociedade civil”. A PNDU trata da inserção das cidades na dinâmica regional e no território nacional, levando em consideração alguns temas estratégicos e estruturadores do espaço urbano: habitação, saneamento ambiental, mobilidade urbana e trânsito, política fundiária/imobiliária e a política de capacitação/informações.

O ciclo de construção de uma gestão urbana democrática segue com a criação da Lei dos Consórcios Públicos (Lei Federal nº 11.107, de 06/04/2005) – instrumento de articulação interfederativa com potencial de colaborar com a gestão municipal – e, posteriormente com o Estatuto da Metrópole (Lei Federal nº 13.089, de 12/01/2015). Logo após isso, em 2019, o Ministério das Cidades foi fundido ao Ministério da Integração Nacional para formar o que hoje é o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). Em 1º de janeiro de 2023, por meio da Medida

Provisória nº 1.154, posteriormente convertida na Lei nº 14.600, de 19 de junho de 2023, houve a recriação do Ministério das Cidades.

Desde o início do século XXI, há um crescente interesse em compreender o papel do Estado frente às transformações contemporâneas das cidades, sejam elas de ordem econômica, política, social ou ideológicas. As ações desempenhadas pelo Estado recebem sistematicamente as influências de variáveis endógenas, envolvendo diversos elementos e atores locais, com forte influência de contextos locais e regionais (Alves, 2014). Nessa conjuntura, o conceito de ordenamento territorial se configura em um aspecto interdisciplinar, permeando as várias dinâmicas urbanas.

Enfocar em ordenamento territorial é articular sobre compatibilizar os usos, interesses e políticas na organização do território, associando diferentes agentes sociais pautados em normas e regulamentos legais. De forma mais direta, enquanto o planejamento territorial visa identificar e sugerir orientações para a gestão e resolução de questões relacionadas ao uso do espaço, o ordenamento territorial é utilizado como meio para aplicar políticas específicas dentro desse espaço.

Estaba (1999) afirma que o ordenamento territorial na modernidade é ligado à descentralização por precisar reconhecer o desenvolvimento desigual das regiões de um país, aproveitando as forças de fragmentação ou diferenciação espacial para fortalecer os centros. A autora afirma que o ordenamento territorial se refere às ações do Estado que visam uma organização do uso do solo, se baseando na redistribuição de oportunidades de expansão, identificando necessidades, potencialidades, limitações e vantagens comparativas e competitivas.

O ordenamento territorial deve basear-se na escala regional articulado na escala local. Nos tempos contemporâneos, a escala local é a mais adequada de planejamento pois aponta estudos mais precisos e adequados à dinâmica da realidade, com resultados mais diretamente percebidos pelos habitantes. O Estado se torna um mediador de conflitos e interesses, se voltando ao “pensar racional” do espaço contemporâneo, espaço esse concebido de dentro para fora e não o contrário. Trata-se de algo relativamente complexo pois o Estado se abre a outras naturezas de informações coletadas através do sentir, ouvir, ver e ler a multifacetada dinâmica dos lugares (Alves, 2014).

No Brasil, em aspecto normativo, a Constituição (Brasil, 1988, art. 182) determina que cada município deve estabelecer seu próprio plano de ordenamento territorial, com o objetivo de “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. O regulamento da Política Urbana é definido pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) que estabelece “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”.

A Constituição aponta que compete à União “elaborar e executar *planos nacionais e regionais de ordenação do território* e de desenvolvimento econômico e social” (Brasil, 1988, art. 21) e compete aos Municípios “promover, no que couber, adequado *ordenamento territorial*, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (Brasil, 1988, art. 30).

Em geral, esses planos de política pública, contemplados no Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), definem a forma de ocupar o território e de organizar seu funcionamento, assegurando o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. O ordenamento territorial *municipal* deve se pautar nas seguintes diretrizes gerais:

- I – garantia do direito a cidades sustentáveis;
- II – gestão democrática;
- III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade;
- IV – planejamento do desenvolvimento das cidades;
- V – oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos;
- VI – ordenação e controle do uso do solo;
- VII – integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais;
- VIII – adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade;
- IX – justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;
- X – adequação dos instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano;
- XI – recuperação dos investimentos do Poder Público de que tenha resultado a valorização de imóveis urbanos;
- XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído;
- XIII – audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos;
- XIV – regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda;
- XV – simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias;
- XVI – isonomia de condições para os agentes públicos e privados na promoção de empreendimentos e atividades relativos ao processo de urbanização;

XVII - estímulo à utilização, nos parcelamentos do solo e nas edificações urbanas;
XVIII - tratamento prioritário às obras e edificações de infraestrutura de energia, telecomunicações, abastecimento de água e saneamento;
XIX – garantia de condições condignas de acessibilidade, utilização e conforto nas dependências internas das edificações urbanas;
XX – promoção de conforto, abrigo, descanso, bem-estar e acessibilidade na fruição dos espaços livres de uso público (Brasil, 2001, art. 2º).

Para promover o ordenamento territorial local, o instrumento urbanístico utilizado é o Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, se configurando como o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (Brasil, 1988, art. 182). Esse plano possui a função de sistematizar o desenvolvimento físico, econômico e social do território municipal, objetivando o bem-estar da população. Segundo o Estatuto da Cidade, o plano diretor deve englobar o município como um todo e ser revisto, pelo menos, a cada dez anos. Além disso, é obrigatório para cidades com mais de 20.000 habitantes e para cidades integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (Brasil, 2001).

O Plano Diretor Municipal é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana que engloba o município como um todo. É visto, segundo Rezende e Ultramari (2007), como um instrumento de ordenamento das relações sociais sobre o espaço urbano, direcionado para o planejamento físico-territorial. Nele se contempla todas as dinâmicas urbanas necessárias para o controle e gestão do município, abordando desde as características de parcelamento, uso do solo e edificações, até mesmo condições de trânsito, arborização e regiões de risco ambiental.

Um exemplo são as estratégias de desenvolvimento urbano contempladas no Plano Diretor de Goiânia (Goiânia, 2022) são implementadas de forma permanente e integrada em seis sistemas principais: I - gestão urbana; II - sustentabilidade socioambiental; III - mobilidade, acessibilidade e transporte; IV - desenvolvimento econômico; V - desenvolvimento humano; VI - ordenamento territorial. Assim, visa-se assegurar o controle social sobre as políticas, programas e ações, integrando o Poder Público e a sociedade civil.

Para as cidades integrantes de regiões metropolitanas, em 2015 foi aprovada a Lei nº 13.089 que instituiu o Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015). Essa lei aponta diretrizes gerais para o planejamento e gestão visando a execução das funções públicas de interesse

comum em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, além de apresentar “normas gerais sobre o plano de *desenvolvimento urbano integrado* e outros instrumentos de governança interfederativa” (Brasil, 2015, art. 1º). Alguns conceitos abordados no Estatuto da Metrópole requerem uma atenção especial:

- a) Função pública de interesse comum: retrata as ações realizadas isoladamente por um município que gere impacto aos municípios limítrofes;
- b) Governança interfederativa: compartilhamento de responsabilidades entre os municípios em relação à organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum;
- c) Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado: instrumento com as diretrizes para o desenvolvimento territorial estratégico da região metropolitana e aglomeração urbana.

Na governança interfederativa há a prevalência do interesse comum sobre o local, além do compartilhamento de gestão para a promoção do desenvolvimento urbano integrado. As regiões metropolitanas e as aglomerações urbanas deverão contar com plano de desenvolvimento urbano integrado (PDUI), aprovado mediante lei estadual. Nesses casos, o Município deverá compatibilizar seu plano diretor com o plano de desenvolvimento urbano integrado da unidade territorial urbana. Ressaltando que a elaboração do PDUI não exime o município de elaborar seu próprio plano diretor, deve-se, na verdade, haver uma compatibilização entre os dois planos (Brasil, 2015).

Os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) são uma exigência do Estatuto da Metrópole e estabelece as diretrizes para o desenvolvimento urbano e regional. É um instrumento para organizar e administrar a região metropolitana, delineando as orientações, iniciativas e medidas para guiar o crescimento das áreas urbanas e regionais, levando em conta as necessidades coletivas, com o objetivo de mitigar disparidades e aprimorar o bem-estar dos habitantes da região metropolitana.

Na elaboração do PDUI, a governança interfederativa é levada em conta, assegurando as funções públicas de interesse comum (FPICS) entre os municípios. São exemplos de FPICS as áreas: preservação do meio ambiente e destinação e tratamento de resíduos sólidos; desenvolvimento urbano e econômico; transporte e logística; saúde e segurança, entre outras. Dessa forma, o PDUI desempenha um papel essencial na construção de acordos políticos sobre as prioridades do progresso regional e as necessidades do

desenvolvimento metropolitano, englobando tanto as esferas federal, estadual e municipal do governo quanto a participação da sociedade. Segundo o Governo de São Paulo (São Paulo, 2021), os objetivos do PDUI são:

- a) Instaurar uma nova perspectiva de planejamento territorial, atuando como principal catalisador e promotor de iniciativas para o desenvolvimento regional;
- b) Definir as linhas mestras para guiar o crescimento urbano, econômico e social da área regional, além de estabelecer os alicerces para uma cooperação efetiva entre os governos em todos os níveis e a sociedade;
- c) Formular diretrizes, programas e medidas que incentivem e/ou organizem a expansão territorial, preparando a área regional para o aumento das atividades econômicas e funções – ao mesmo tempo abordando as questões socioambientais pendentes, assegurando condições para um crescimento sustentável;
- d) Fomentar acordos e compromissos em relação aos assuntos de interesse coletivo na área regional;
- e) Apresentar propostas de projetos e medidas visando ao bem-estar da população, através da promoção de melhorias no ambiente urbano e da redução das disparidades sociais e territoriais.

Todos os instrumentos de ordenamento territorial abordados nessa seção compõem a formulação política e técnica que, em um âmbito maior, estão incluídas na *Política Nacional de Desenvolvimento Urbano*. O desenvolvimento urbano não é uma incumbência exclusiva do Governo Federal. Todos os níveis de governo têm responsabilidades compartilhadas e concorrentes, e devem buscar uma harmonização de acordo com o interesse público. Eles devem colaborar e cooperar entre si, integrando suas políticas e iniciativas para alcançar os objetivos essenciais da República e para promover e proteger a dignidade humana.

A essência de uma política urbana com envolvimento da comunidade reside na compreensão de que a participação nas políticas governamentais é um direito dos cidadãos, e que a resolução da crise urbana requer a colaboração e a coordenação de esforços e recursos nos âmbitos federal, estadual e municipal, com a participação de diversos setores da sociedade. Somente com essa interação entre Poder Público e comunidade é que um bom planejamento urbano poderá ser traçado para a construção de cidades cada vez mais justas e sustentáveis.

4.1.2. Planejamento Estratégico Urbano

A forma de desenvolver o planejamento urbano nas cidades de todo o mundo ganhou um novo enfoque a partir da década de 1980. Apontando as limitações do planejamento urbano convencional e reconhecendo as mudanças cada vez mais aceleradas das cidades, o *planejamento estratégico* ganhou força. Segundo Ferreira 2015, as origens do planejamento estratégico remontam as metodologias das estratégias militares que, a partir do século XX, começaram a serem incorporadas nos processos de organização do trabalho e na gestão de empresas. Atualmente, com mais de 70 anos de aplicação, o planejamento estratégico empresarial tem uma história de sucesso, agregando inovações e se adaptando aos contextos econômicos e sociais.

A aplicação do planejamento estratégico à gestão de cidades e regiões teve início em 1981 na cidade norte-americana de São Francisco para lidar com as transformações urbanas, espaciais, funcionais, construção de infraestruturas e relançar o desenvolvimento econômico da cidade. Depois disso, outras cidades foram aderindo à essa metodologia que, já em meados da década de 80, mais de vinte cidades americanas utilizavam o planejamento estratégico. Na Europa, o pioneirismo ficou a cargo da cidade de Birmingham em 1986 com uma profunda reconversão urbanística e das infraestruturas econômicas da cidade. Logo, foi influenciando as cidades vizinhas a elaborarem também planos estratégicos para a gestão urbana (Ferreira, 2015).

A rápida difusão do planejamento estratégico urbano tem relação intrínseca com a evolução dos contextos econômicos e sociais dos territórios que o planejamento convencional não conseguia resolver. Ferreira (2015) aponta algumas modificações nos sistemas urbanos que impulsionaram esse movimento: tendência da humanidade para a urbanização generalizada (devido à alta concentração das populações nas cidades); abertura e democratização das sociedades; aumento das mudanças tecnológicas, geopolíticas, econômicas e culturais; reforço da concorrência entre empresas e territórios devido à globalização econômica e comunicacional; complexificação dos mercados e dos fenômenos sociopolíticos e; escassez dos recursos energéticos, naturais e financeiros.

Na mesma época da difusão do planejamento estratégico pelas cidades do mundo, o Brasil estava em outro momento da sua política urbana. Com a Constituição de 1988, houve o processo de descentralização política que deu maior autonomia aos municípios.

Levando em conta o histórico de centralização política no Brasil e especialmente os 20 anos de regime militar, o movimento de descentralização foi um processo reativo e não elaborado que visava transferir encargos e responsabilidades do governo central para os municípios. Essas responsabilidades podem ser vistas no Art. 182 da Constituição Federal (1988) que estabelece ao Poder Público municipal a execução da política de desenvolvimento urbano; e no Art. 30 que aponta o município como responsável para promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (IPEA; SDRU/MDR, 2020).

Mesmo com maior autonomia, os municípios seguiam envoltos em muita burocracia, normas e regras limitantes que ofereciam pouco apoio para as ações necessárias de gestão. Isso se tornou um obstáculo principalmente para lidar com as dinâmicas de desenvolvimento das médias e grandes cidades. Através disso, os principais instrumentos de planejamento urbano no Brasil se estabeleceram como a Lei Orgânica e o Plano Diretor (Pfeiffer, 2000). Apesar do grande potencial de desenvolvimento urbano desses instrumentos, a maioria dos municípios não tem capacidade gerencial para aproveitar plenamente esse potencial. Pfeiffer (2000) aponta que o Planejamento estratégico é a metodologia adequada para lidar com as dinâmicas e transformações urbanas. Algo que ainda está em curso no país.

Como desafios para a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, a Constituição Federal (1988) não favorece as políticas públicas espaciais, ao contrário, induz a setorialização das políticas públicas, ampliando os desafios de articulação dessas políticas e seus atores. Logo, a visão simplista do território e a complexa estrutura político-administrativa do país resultam em um federalismo mal estruturado, propenso a conflitos de competência e com pouca solidariedade entre os entes federativos (IPEA; SDRU/MDR, 2020).

O Brasil, entre 2003 e 2019, percorreu uma trajetória significativa em construção da sua política urbana, sobretudo no período de estruturação do ciclo do Conselho Nacional de Cidades (CNCs) e a criação e funcionamento do Conselho das Cidades (ConCidades) – constituindo uma estrutura relevante dentro de um plano governamental que expandiu a participação social como um método de administração. Contudo, a falta de coordenação entre políticas implementadas no mesmo território foi uma preocupação frequente discutida no ConCidades.

Na pauta de elaboração de uma nova PNDU em 2020, o IPEA e SDRU/MDR (2020, p.36), argumentaram que embora a agenda da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano tenha sido frequentemente discutida nas CNCs e na arena do ConCidades, parece que não encontrou suporte executivo adequado dentro do Ministério das Cidades. Ainda assim, foram contabilizadas algumas experiências com maior ou menor nível de sucesso em termos de ordenamento territorial, mas a maioria não chegou a implantar os planos corretamente. “Estão nessa seara Planos Diretores (PDs), planos de desenvolvimento integrado para um território, as leis de consórcios municipais, os arranjos e os pactos” – em geral, os instrumentos direcionados pelas demandas das funções públicas de interesse comum ou por ações compartilhadas (IPEA; SDRU/MDR, 2020, p.36).

Começa-se a se falar em Planejamento Estratégico na gestão pública brasileira em 2020 com a Instrução Normativa Seges/ME nº 24, de 18 de março de 2020, que estrutura o Planejamento estratégico na Administração Pública Federal. Foi elaborado pelo Ministério da Economia que divulgou um “Guia Técnico de Gestão Estratégica”. Segundo a normativa, o plano estratégico institucional deverá ser revisado uma vez ao ano e sempre atualizado.

Assumindo um Planejamento Estratégico Institucional (PEI), o antigo Ministério do Desenvolvimento Regional desenvolveu o PEI MDR 2020-2023. Em 2023, com a recriação do Ministério das Cidades, a estratégia adotada seguia o plano em vigência. Para 2024, o Ministério das Cidades desenvolveu seu próprio Planejamento Estratégico Institucional, alinhado com o Plano Plurianual para 2024-2027, em um processo participativo e alinhado com a necessidade de reestabelecimento de sua estrutura.

O Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) define o planejamento estratégico como um processo sistêmico de estabelecimento da estratégia, que requer uma compreensão aprofundada da estrutura e do ambiente em que está inserida, para desenvolver estratégias que levem a um futuro desejado, com foco na melhoria contínua dos resultados e na gestão eficiente dos recursos. O Plano estratégico é constituído pelo “mapa estratégico, a cadeia de valor, a missão, a visão, os valores, os objetivos, os indicadores, as metas, além dos programas, iniciativas e projetos estratégicos de um Órgão ou Entidade” (MIDR, 2024).

De maneira análoga, o Ministério das Cidades (2024) aponta o planejamento estratégico como a formulação de um conjunto estratégico de iniciativas com o objetivo de coordenar recursos e esforços para alcançar resultados predefinidos, identificando potenciais recursos, reconhecendo áreas de fragilidade e implementando medidas para garantir o sucesso operacional. No contexto do setor público, é crucial que o planejamento seja elaborado e executado com foco nas necessidades e no bem-estar dos cidadãos.

O MIDR elaborou o mapa estratégico com os principais conceitos e atributos que compõem o PEI MIDR 2023-2027. É composto por Missão, Visão, Valores, Perspectivas e Objetivos Estratégicos. Recomenda-se a leitura do mapa de baixo para cima onde as perspectivas de Governança e Gestão Corporativa, assim como Parcerias e Fomento, servem como alicerces para a implementação das Políticas Públicas. Essas políticas, em conjunto, sustentam o alcance do Resultado Integrado almejado (Figura 46).

A elaboração de planos estratégicos urbanos brasileiros é mais facilmente encontrada em escala institucional de administração pública. Contudo, há algumas aplicações nos municípios de maneira explícita (como os planos estratégicos do Distrito Federal 2019-2060, Rio de Janeiro 2021-2024, Curitiba 2035, Manaus 2023-2027 e etc.) e outras aplicações implícitas em algumas propostas de Planos Diretores e Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado que incorporam diretrizes do planejamento estratégico em suas análises e normativas.

Figura 46 – Mapa estratégico do PEI 2023-2027 do MIDR



Elaboração: MIDR (2023).

A gestão do território pressupõe multiplicidade institucional, articulação e execução de funções públicas de interesse comum. Somado a esses princípios, há uma multiescalaridade de valores que são expressos nos espaços urbanos pelas formas de se perceber e vivenciar o espaço-tempo. São as mudanças provocadas pelos avanços tecnológicos e recursos informacionais. Dessa forma, a elaboração de mecanismos que possibilitem o real desenvolvimento das cidades se configura como um enorme desafio. Desafio esse que, baseada na dinâmica do gerenciamento, poderia ser minimizado mediante a adoção de um planejamento estratégico urbano face ao pensamento estático da administração pública atual (Pfeiffer, 2000).

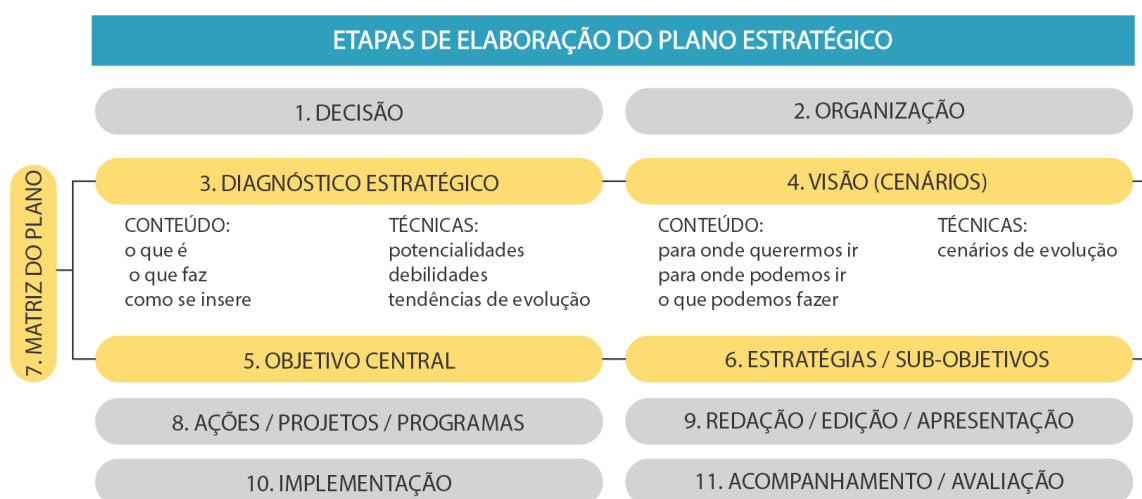
Enquanto o planejamento convencional se preocupa com os elementos físicos – uso do solo, infraestruturas e equipamentos – o planejamento estratégico visa definir um projeto de cidade que inclui de forma explícita a ideia de que é fundamental engajar todos os principais atores para garantir a efetivação das estratégias posteriormente. Dessa forma, o planejamento estratégico define um grande objetivo e traça os caminhos e meios para o atingir. Enquanto o planejamento urbano convencional é setorial, físico, normativo/regulador, tecnocrático e rígido, o planejamento estratégico é global e integrado, atua em diversas vertentes, é participativo, flexível e é processual/operacional.

Vale ressaltar que o planejamento estratégico e planejamento urbano convencional não se excluem, são complementares. Segundo Saboya (2008), o planejamento estratégico se diferencia do planejamento convencional por dar mais ênfase em: i) iniciativas ou ações; ii) consideração dos "stakeholders" (ou interessados), que englobam todos os indivíduos, grupos ou organizações com interesse e/ou capacidade de influenciar o processo de planejamento; iii) análise das ameaças e oportunidades externas, além das forças e fraquezas internas; e iv) atenção aos concorrentes atuais ou futuros.

Essa abordagem tem relação com o planejamento sistêmico, uma vez que o planejamento estratégico “representa a transposição da noção de sistemas para o planejamento urbano”. Isso implica que todos os elementos da cidade estão interligados, de modo que qualquer intervenção em um aspecto impacta necessariamente o outro (Saboya, 2008). Em um ambiente urbano de grande complexidade, é a metodologia estratégica que consegue integrar as múltiplas variáveis e determinantes de forma prospectiva e possível de ser realizada (Ferreira, 2015).

Para a elaboração de um plano estratégico, algumas etapas são necessárias (Figura 47). Ressalta-se que esses passos são flexíveis, podendo esses se agrupar, sobrepor ou se desdobrar em outros itens. As primeiras fases são a de *decisão* e *organização* para definir algumas condições de viabilidade do processo, avançando em questões críticas que se baseará o *diagnóstico estratégico*. A construção da *visão* e dos *objetivos centrais* estão completamente conectados às definições das *estratégias*. Esses últimos itens são a matriz do plano, uma peça fundamental no processo da participação pública. Segue-se com a elaboração das *ações* e a edição da *redação* do plano até a etapa da sua *implementação* e, posteriormente o *acompanhamento/avaliação*.

Figura 47 – Etapas de elaboração do plano estratégico



Elaboração: Elaborado pela autora com base em Ferreira (2015).

Ferreira (2015) afirma que o planejamento estratégico não se trata de um plano propriamente dito, mas sim de uma metodologia de técnicas, um processo de condução da mudança e interação política, cultural e social baseadas em participação, prospectiva, oportunidades, projetos e contratualização. É um processo de reflexões e proposições sobre os cenários desejados e possíveis para o desenvolvimento de uma entidade, seja ela uma cidade, região, país ou empresa. Vejamos na próxima seção como a Região Metropolitana de Goiânia tem conduzido o processo de elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado e quais metodologias têm sido adotadas – quer sejam estratégicas ou não.

4.2. PLANO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA – PDUIRMG

O Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia se iniciou em dezembro de 2014, foi interrompido em 2015 para adaptação à publicação do Estatuto da Metrópole (Lei nº 13.089/2015) e retomado ao início de 2016. O PDUIRMG seguiu seus trabalhos de 2016 a 2018, sofrendo uma paralisação em 2018 e sua retomada ocorreu somente no final de 2023. Em todo seu desenvolvimento, o plano foi sendo elaborado a partir de um amplo processo participativo, compilando os resultados da atualização de conceitos e da análise dos aspectos técnicos, políticos e culturais da Região Metropolitana de Goiânia.

Esse capítulo visa apresentar as pesquisas já realizadas na proposta de instituição da governança interfederativa na Região Metropolitana de Goiânia apontando as diretrizes parciais já obtidas com o estudo do plano. Serão pontuados os avanços do PDUIRMG, bem como os principais desafios e as propostas para conseguir a integração metropolitana dos municípios.

4.2.1. O processo de elaboração do PDUIRMG

Ante aos vários desafios enfrentados pela Região Metropolitana de Goiânia, urgia a necessidade de compatibilização entre o potencial de desenvolvimento e as limitações ambientais e sociais deste território. Assim, em 2014, obteve-se a concepção de um plano estratégico, denominado Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, que buscava a elaboração de diretrizes para o desenvolvimento equilibrado e duradouro para o território metropolitano, sob o prisma das políticas públicas.

Coordenado pela Professora Doutora Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira, o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia teve sua proposta elaborada ainda em agosto de 2014 na Universidade Federal de Goiás (UFG), contando com uma qualificada equipe multidisciplinar, composta por recursos humanos de diversas unidades acadêmicas da universidade e de outras instituições de ensino superior de Goiânia. O convênio entre a UFG e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA) foi assinado pelo Governador de Goiás, Marconi Perillo, em dezembro de 2014.

A publicação do Estatuto da Metrópole em janeiro de 2015 forçou a paralisação do plano para a adaptação às novas exigências normativas vigentes. Nessa ocasião, o Estatuto da Metrópole incluiu a recomendação dos municípios integrantes de regiões metropolitanas a instituição de sistemas e governança interfederativa com a finalidade de estabelecer diretrizes para o planejamento e execução das funções públicas de interesse comum. Para tal, em dezembro de 2017, foi aprovada em assembleia a recriação do CODEMETRO com o objetivo de sugerir e decidir sobre o planejamento e a gestão da Região Metropolitana de forma a organizar, planejar e integrar as atividades públicas que podem ser realizadas de forma conjunta por todos os municípios.

A lei de recriação do CODEMETRO foi a Lei Complementar nº 139, de 22 janeiro de 2018. Com a reestruturação do Conselho, foi estabelecido também o Instituto de Planejamento Metropolitano, encarregado de administrar o Fundo de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, financiado por todos os participantes: 25% pelo Estado de Goiás, 25% por Goiânia e 50% pelas outras prefeituras (proporcionalmente à sua população). O objetivo é coordenar e planejar todos os projetos definidos pelo conselho no âmbito do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, além de oferecer suporte técnico às propostas das prefeituras.

Durante os anos de 2016 e 2017 o processo de elaboração da etapa de diagnóstico do PDUIRMG contou com muitos resultados e análises. Nesse período, foram realizadas dezenove oficinas comunitárias, duas audiências públicas e quatro seminários conforme quadro síntese de eventos (Quadro 16).

Quadro 16 – Síntese de Eventos realizados na elaboração do PDUIRMG (2016-2017)

Síntese de Eventos Realizados (2016-2017)			
Evento	Ano	Quantidade	Nº de participantes
Audiência pública	2017	02	279
Reunião do Comitê Executivo	2017	03	65
Debate Legislação RMG	2017	03	240
Oficinas Comunitárias	2017	19	2.065
Reunião Técnica	2016/2017	13	498
Seminário	2016/2017	04	540
Workshop	2016	01	70
Total	2016/2017	45	3.757

Elaboração: Goiás; UFG, 2017

Visando atender às necessidades e funções públicas de interesse comum, as proposições relacionadas às políticas metropolitanas foram divididas em Diagnóstico, Prognóstico, Diretrizes, Zoneamento e Estratégias e Projeto de Lei. As dimensões de análises foram cinco, são elas:

1. Governança Metropolitana Interfederativa (Representatividade, Processo Participativo, Autonomia e Centralização e Gestão);
2. Condições Ambientais (Recursos Hídricos, Abastecimento, de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem Urbana.);
3. Ordenamento Territorial (Equipamentos Urbanos, Habitação, Centralidades e Expansão Urbana.);
4. Mobilidade (Dinâmica Metropolitana, Transporte Público Coletivo, Transporte Individual Motorizado, Cargas, Modos Ativos e Sistema Viário de Interesse Metropolitano);
5. Desenvolvimento Socioespacial e Econômico (Indústria, Serviços, Emprego e Renda, Segurança Pública, Agropecuária, Segurança Alimentar e Nutricional e Educação).

As análises construídas contaram com o estudo de vários indicadores, resultados das oficinas comunitárias, propostas e sugestões via internet, interação das redes sociais, aplicação de questionários e pesquisas nos municípios. Todos os mecanismos e instrumentos foram importantes para haver uma interação entre o poder público, os cidadãos e a instituição de nível superior responsável pelo projeto (Meneses; Schvarsberg, 2019).

A participação popular no processo de planejamento das cidades representa uma forma de promover os valores democráticos, contudo, as questões que envolvem a participação sociopolítica abrangem diversos elementos, especialmente as relações estabelecidas entre o território e o homem. Apesar disso, nas datas das oficinas e audiências realizadas nos municípios da RMG, considerando o valor total da população e o número de pessoas presentes, a participação popular foi de apenas 1% a 3% nos municípios. Trata-se de uma participação popular extremamente restrita.

O envolvimento sociopolítico no contexto destinado ao debate e à discussão sobre a questão metropolitana no Brasil precisa ser mais aprofundado. Durante o processo de elaboração do PDUIRMG, foram encontradas diversas desarticulações entre o poder

público e a população, além da inabilidade de entendimento político para lidar com situações que exigem o compartilhamento de gestão para o conjunto metropolitano.

Apesar do processo de elaboração dos planos de desenvolvimento urbano integrado contemplar condições relacionadas à governança interfederativa, planejamento e ordenamento territorial, ainda não há uma visão de um território metropolitano com unicidade e integridade pelos gestores públicos municipais. Para tal, em 2017 os técnicos da Universidade Federal de Goiás propuseram como estratégia a elaboração de um curso de especialização em Planejamento e Gestão Urbana para os servidores públicos das secretarias responsáveis pelo planejamento nos municípios da RMG. Participaram do curso 44 técnicos de 12 municípios e 7 instituições das esferas municipal, estadual e federal.

Em 2018 houve a paralisação da elaboração do PDUIRMG devido a transição de governo e a consequente falta de interesse do novo governo de finalizar o projeto. Os atrasos no pagamento prejudicaram a coleta de dados e realização de estudos necessários para a elaboração do plano. Nessa conjuntura, dois terços do trabalho já haviam sido elaborados: toda a parte de diagnóstico, prognóstico, diretrizes e a finalização da minuta do projeto de lei. Após a apresentação das diretrizes em audiência pública os trabalhos estagnaram, faltando apenas realizar os anexos e o macrozoneamento para concluir o Plano.

Na gestão do atual governador do Estado de Goiás (2019-presente), a pasta responsável pela elaboração do plano metropolitano – que antes era encargo da SECIMA – passou a ser responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento e Inovação (SEDI) e, atualmente, com a retomada do plano, está a encargo da Secretaria de Governo Geral (SGG). O plano foi retomado no final de 2023 com a criação da Subsecretaria de Política para Cidades e Transporte da SGG e os trabalhos seguem para a atualização de todos os dados realizados na fase de diagnóstico e prognóstico – já que se passaram oito anos desde o início da elaboração do plano. Além disso, em 2019 (Lei Complementar nº 149, de 15 de maio de 2019), o município de Santa Bárbara de Goiás foi incluído na Região Metropolitana de Goiânia, havendo necessidade então da elaboração de diagnósticos e diretrizes para esse município.

No dia 6 de dezembro de 2023, a Secretaria Geral de Governo de Goiás em parceria com a Universidade Federal de Goiás realizou o seminário “Metrópoles: Um Plano para o Futuro da Grande Goiânia”, visando retomar as discussões para a implementação do

PDUIRMG. Houve a presença dos 21 prefeitos da RMG além de representantes do Ministério das Cidades e parlamentares da região. Fundamentou-se, nessa ocasião, o estudo do planejamento do Plano baseando no reordenamento do território em função das políticas públicas de interesse comuns aos municípios.

Nos meses de março a abril de 2024, promoveu-se o Curso de Extensão em Planejamento Urbano, em formato remoto, aos técnicos lotados nas prefeituras municipais da Região Metropolitana de Goiânia e convidados. O objetivo principal do curso, além da capacitação dos profissionais, foi estabelecer um canal de comunicação e diálogo entre os técnicos e servidores dos municípios. Ocorreram 7 encontros virtuais, com 4 módulos de ensino nas seguintes temáticas: Mobilidade e Uso do Solo; Condições Ambientais e Macrozoneamento; Condições socioeconômicas; Desenvolvimento Urbano e Governança.

Agora, a atualização dos diagnósticos nas cinco dimensões temáticas está em fase de finalização, para então proceder a atualização dos prognósticos e diretrizes. Posteriormente, a elaboração do macrozoneamento se iniciará, sendo considerado a parte mais importante de todo o projeto. É através desse que se determinará as características de cada região da metrópole, as áreas de preservação, expansão urbana e critérios de restrição de ocupação e uso do solo.

4.2.2. Diagnóstico, Prognóstico e Diretrizes de desenvolvimento urbano para a Região Metropolitana de Goiânia

O Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia se ampara em cinco objetivos principais a serem alcançados ao final de todo o processo, são esses (Goiás; UFG, 2017):

1. instituir o planejamento como instrumento de gestão metropolitana;
2. construir um modelo espacial que assegure o equilíbrio do desenvolvimento e o bem-estar da população;
3. identificar no território metropolitano oportunidades socioeconômicas que promovam a inserção social e produtiva da região;
4. fortalecer a gestão pactuada e compartilhada;
5. contribuir para a formação de uma identidade metropolitana.

Para atingir tais objetivos, o processo de elaboração do PDUIRMG foi dividido em cinco etapas que são fundamentais para a gestão e estruturação urbana. Dividido entre

diagnóstico, prognóstico, diretrizes, zoneamento e estratégias e projeto de lei complementar, o PDUIRMG constitui os princípios que irão subsidiar os prefeitos e membros do CODEMETRO nas decisões a serem tomadas no âmbito de planejamento metropolitano (Quadro 17).

Quadro 17 – Etapas de elaboração do PDUIRMG

Diagnóstico	Levantamentos de dados e informações; Oficinas de trabalho nos 21 municípios que compõem a RMG	Leitura da realidade: o que somos?
Prognóstico	Projetar o futuro considerando os atuais aspectos da realidade: transportes; saneamento básico; ocupação e uso do solo, recursos hídricos; problemas jurídicos comuns; planejamento; política de habitação e meio ambiente; desenvolvimento econômico.	Cenários e possibilidades: o que queremos ser?
Diretrizes	Princípios: o equilíbrio do desenvolvimento e o bem-estar da população; reduzir as desigualdades sócio-espaciais; gestão pactuada e compartilhada entre os municípios metropolitanos.	Orientação: como fazer?
Zoneamento e Estratégias	Identificação de Macrozonas de Interesse Metropolitano e dos Riscos Ambientais; elaboração de propostas de ordenamento territorial	Proposta territorial: onde fazer?
Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado	O Plano da Região Metropolitana da RMG deverá conter: diretrizes básicas; eixos estratégicos; temas prioritários; propostas de programas; minuta Lei do Plano da RMG	Minuta de Projeto de Lei

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG, 2017

Objetiva-se com essa seção realizar uma síntese das etapas de diagnóstico, prognóstico e diretrizes das cinco dimensões analisadas pelo plano, a saber: Governança Metropolitana Interfederativa; Condições Ambientais; Ordenamento Territorial; Mobilidade Urbana; Desenvolvimento Socioespacial e Econômico. Todas as informações apresentadas são adaptações e interpretações dos dados publicados por Goiás e UFG (2017) e SGG e UFG (2024).

Governança Metropolitana Interfederativa

Apresentada enquanto uma inovação pelo Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015), a Governança Interfederativa permite o compartilhamento de responsabilidades e ações entre os entes da federação, em termos de organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum. Através dessa governança, visa-se a integração dos municípios metropolitanos e a redução das desigualdades socioeconômicas regionais.

No PDUIRMG, a Governança Metropolitana Interfederativa é trabalhada nos seguintes aspectos: Base legal, representatividade, processo participativo, autonomia e centralização e gestão. As diretrizes estabelecidas nesses aspectos são:

- a) fortalecer a unidade territorial metropolitana, com efetivação dos instrumentos de planejamento urbano municipal, bem como os mecanismos de participação social;
- b) consolidar o CODEMETRO como instância efetiva e democrática da governança metropolitana observando-se os princípios de: prevalência do interesse comum sobre o local; respeito às peculiaridades dos municípios; garantia da participação da sociedade civil e desenvolvimento urbano integrado;
- c) ampliar a cooperação entre os municípios, à base de definição de incentivos para atividades produtivas previamente especializadas, tendo em vista tradições e compensações ambientais;
- d) implementar o Sistema Integrado de Informações e Gestão sobre as funções públicas de interesse comum aos municípios da RMG.

Para tais diretrizes, foram identificados alguns aspectos relevantes durante a etapa de diagnóstico para a elaboração do prognóstico (Quadro 18):

Quadro 18 – Diagnóstico e Prognóstico para a Governança Metropolitana Interfederativa

Diagnóstico (leitura da realidade)	Prognóstico (cenário desejável)
1) Incipiência e baixa efetividade do planejamento urbano nos municípios, relacionada à incapacidade técnica das administrações locais	1) Superar a cultura de gestões isoladas e disputas entre municípios por meio dos institutos de governança demarcados na CF, no Estatuto da Cidade e no Estatuto das Metrópoles
2) Não efetividade do CODEMETRO	2) Consolidação do CODEMETRO como instância efetiva e democrática da governança metropolitana
3) Baixa cooperação entre os municípios e consequente ampliação das dificuldades na oferta de infraestrutura e serviços sociais básicos	3) Redefinições de competências fiscais e tributárias aos municípios abrangidos por funções públicas de interesse comum
4) Escassez da temática metropolitana no contexto regional	4) Incremento do debate público e da formação de opinião coletiva em torno das situações de natureza metropolitana
5) Sub-representação política e paroquialismo metropolitano na atuação de lideranças parlamentares e executivas	5) Superar a desimportância econômica e cultural da RMG no parlamento estadual e nas estruturas partidárias municipais
6) Baixa participação da sociedade civil nas decisões de planejamento municipal e metropolitano	6) Institucionalização de mecanismos participativos nas instâncias de gestão metropolitana, com natureza consultiva e deliberativa
7) Demasiado localismo político e posturas autonomistas incrementam guerras fiscais e	7) Adequação de competências administrativas e de políticas inerentes às

arrefecem a integração metropolitana com pouca cooperação institucional entre os entes federativos no que tange às funções públicas de interesse comum	gestões municipais em face à crescente unificação territorial, que levem a superar o atual cenário de dispersão e fragmentação de recursos e esforços
8) Debilidade técnica e administrativa dos municípios menores nos setores de planejamento e gestão urbana	8) Modernização e profissionalização das administrações municipais nas funções de planejamento e política urbana

Elaboração: Adaptado de Goiás e UFG, 2017

Condições Ambientais

As condições ambientais são indicadas como “elementos estruturadores dos territórios metropolitanos cujas dimensões são indispensáveis a sobrevivência humana” (Goiás; UFG, 2017, p. 31). A temática ambiental é pauta em diferentes fóruns internacionais que discutem a importância de se assegurar o desenvolvimento sustentável do mundo e minimizar os impactos da ação humana. Todos os recursos necessários para a subsistência humana têm relação direta ou indireta com a preservação e conservação ambiental.

Dessa forma, no PDUIRMG, os aspectos ambientais compreendem as seguintes dimensões: Recursos Hídricos, Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem Urbana. As diretrizes estabelecidas são:

- a) Desenvolver uma plataforma institucional que permita a gestão da informação e a interface entre as legislações existentes;
- b) Proteger e revitalizar as bacias hidrográficas responsáveis pelo abastecimento humano da RMG, estabelecendo políticas compensatórias à conservação e restritivas às atividades econômicas inadequadas praticadas nas áreas a montante das captações;
- c) Garantir a universalização do abastecimento de água na RMG e condicionar a aprovação de novos loteamentos à capacidade populacional;
- d) Garantir a universalização do esgotamento sanitário na RMG e cumprir as metas de saneamento básico em consonância com o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLAN SAB;
- e) Efetivar as ações e estratégias previstas no Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS. Observando a gestão integrada de resíduos sólidos e estabelecendo mecanismos de compensação para os municípios receptores;
- f) Garantir a implementação dos mecanismos de infiltração de água em loteamentos e implementar ações mitigatórias em áreas já impermeabilizadas.

Para tais diretrizes, foram identificados alguns aspectos relevantes durante a etapa de diagnóstico para a elaboração do prognóstico (Quadro 19):

Quadro 19 – Diagnóstico e Prognóstico para as Condições Ambientais

Diagnóstico (leitura da realidade)	Prognóstico (cenário desejável)
1) Ausência de uma base de dados e informações georreferenciadas integradas à escala municipal e metropolitana acessível à sociedade civil, aos gestores e aos técnicos locais	1) Criação do sistema de informação metropolitana (SIM)
2) Legislações urbano ambientais municipais não incorporam o uso adequado das áreas rurais, sob uma perspectiva sustentável	2) Elaboração dos Planos Setoriais nos municípios da RMG
3) Escassez hídrica associada aos conflitos de uso da água e degradação de áreas de preservação permanente produtoras de água	3) Proteção dos mananciais de captação de água atuais e futuro e recuperação de áreas degradadas nas bacias de captação
4) Crescimento urbano sobre os mananciais comprometendo a qualidade e quantidade da oferta hídrica	4) Controle do uso do solo urbano, expansão urbana e uso da terra rural
5) Queda na qualidade da água dos mananciais, resultando em maior custo de tratamento	5) Recuperação de Matas ciliares e Áreas de Preservação Permanente (APP)
6) Pouco diálogo entre os municípios e a concessionária de saneamento na elaboração e execução das políticas públicas	6) Universalização do atendimento e integração de vários subsistemas
7) Saturação das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes e poluição do lençol freático	7) Construção de novos sistemas de captação, execução de novas redes de abastecimento e ampliação da rede de coleta de esgotos
8) Ausência de disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos na maioria dos municípios	8) Execução do Plano Estadual de Resíduos Sólidos e implantação e adequação de Aterros Sanitários
9) Poucas ações de estímulo à redução de resíduos e ausência de políticas sustentáveis de limpeza urbana/coleta	9) Implantação e fortalecimento de coleta seletiva nos municípios e estimular a reciclagem e reutilização de resíduos
10) Redução da taxa de impermeabilidade em Goiânia e aumento da impermeabilização do solo urbano	10) Crescimento urbano com a implantação de sistemas de drenagem sustentável e manutenção de áreas de permeabilidade e infiltração

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG, 2017

Ordenamento Territorial

O ordenamento territorial rege a produção de um ambiente urbano de qualidade que cumpra com as funções sociais da cidade e da propriedade urbana como habitação, trabalho, comércio, lazer, saúde, educação etc. Através dessa temática, organiza-se o funcionamento das cidades com base na distribuição mais igualitária da população e das atividades produtivas, permitindo a implantação de políticas e legislações no território.

Para a elaboração do PDUIRMG, o ordenamento territorial foi discutido nas seguintes dimensões: Base Legal, Equipamentos Urbanos, Habitação, Centralidades e Expansão Urbana. As diretrizes estabelecidas são:

- a) Compatibilizar os planos diretores municipais com o macrozoneamento do PDUIRMG;
- b) Favorecer o desenvolvimento das centralidades por meio da política habitacional e da distribuição de equipamentos urbanos e serviços públicos, garantindo equilíbrio regional e a descentralização da riqueza;
- c) Estabelecer Política Habitacional que permita o maior equilíbrio entre a oferta de moradias em todas as regiões, aproveitando os lotes vazios e regiões que precisam ser mais adensadas ou revitalizadas;
- d) Definir áreas de expansão urbana nos municípios de acordo com a capacidade ambiental, suporte, capacidade hídrica, equilíbrio climático e drenagem.

Para tais diretrizes, foram identificados alguns aspectos relevantes durante a etapa de diagnóstico para a elaboração do prognóstico (Quadro 20):

Quadro 20 – Diagnóstico e Prognóstico para o Ordenamento Territorial

Diagnóstico (leitura da realidade)	Prognóstico (cenário desejável)
1) Grande parte dos municípios não implementaram as diretrizes dos planos diretores municipais, bem como suas legislações complementares, principalmente relacionadas ao parcelamento do solo;	1) Assegurar a compatibilização dos planos diretores municipais, segundo as diretrizes contempladas no PDIRMG, Estatuto da Metrópole, Estatuto da Cidade e a Lei Federal 271/67;
2) Desequilíbrio na distribuição espacial de equipamentos urbanos e serviços públicos (sociais, econômico, culturais e de lazer) na RMG, sobrecarregando Goiânia;	2) Descentralização espacial dos equipamentos urbanos e serviços públicos;
3) Concentração demográfica e socioeconômica como indicadores determinantes na localização territorial de grandes equipamentos urbanos;	3) Reforçar política metropolitana para o desenvolvimento de centralidades locais nos demais municípios;
4) Centralidades existentes e futuras sem conexão adequada;	4) Melhor regionalização dos serviços públicos para reforçar centralidades e o acesso dos usuários;
5) Crescente produção habitacional (todas as faixas de renda), em especial a habitação popular;	5) Eficiência da política habitacional e boa regularização fundiária;
6) Aumento das moradias precárias, em áreas de risco, ocupações irregulares e invasões espontâneas;	6) Estabilidade e segurança familiar na busca por desenvolvimento;
7) Espreadimento das cidades com baixa densidade nas áreas periféricas, reduzindo a eficiência e eficácia das políticas públicas;	7) Crescimento urbano planejado;

8) A forma de ocupação desordenada inviabiliza a implantação de infraestrutura, equipamentos e serviços;	8) Densidade que não provoque prejuízos e nem alto custo da infraestrutura e equipamentos;
9) Área urbana maior que o necessário e quantitativo considerável de lotes vazios, acima do contingente populacional, promovendo a retenção especulativa da terra;	9) Contiguidade nos parcelamentos;
10) Crescimento da mancha urbana sob o modelo espraiado, desconsiderando os mananciais de abastecimento de água e a vegetação.	10) Recursos naturais preservados.

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG, 2017

Mobilidade Urbana

A mobilidade desempenha um papel fundamental na estrutura espacial das cidades por conectar as pessoas ao território urbano e por influenciar na qualidade de vida da população e na economia das cidades. É representada por todos os movimentos urbanos, sejam eles motorizados ou não. Em outras palavras, a mobilidade é definida pela infraestrutura e serviços destinados aos deslocamentos das pessoas e cargas no espaço que possibilitam o acesso e a realização das atividades urbanas.

Com a proximidade e conurbação dos municípios, a mobilidade urbana exige maior atenção nas regiões metropolitanas que requerem a existência de redes metropolitanas de transportes para atender os deslocamentos cotidianos intermunicipais. Assim, para a elaboração do PDUIRMG, a mobilidade urbana foi discutida nas seguintes dimensões: Base Legal, Dinâmica Metropolitana, Transporte Público Coletivo, Transporte Individual Motorizado, Cargas, Modos Ativos e Sistema Viário de Interesse Metropolitano. As diretrizes estabelecidas são:

- a) Estabelecer o sistema metropolitano de mobilidade, fortalecendo a gestão do transporte e trânsito, o sistema viário metropolitano, o transporte público, a intermodalidade e o transporte de cargas;
- b) Criar uma rede de núcleos urbanos (policentralidade), organizada, ativa e dinâmica, apoiada no transporte público coletivo, com desenvolvimento econômico e social próprios, promovendo a oferta de empregos e serviços públicos e diminuindo os grandes deslocamentos;
- c) Priorizar o transporte público coletivo e a intermodalidade na definição das políticas de mobilidade metropolitana, incluindo gestão, financiamento e infraestrutura;

- d) Elaborar política que vise a segurança viária e a redução da mortalidade no trânsito metropolitano;
- e) Elaborar e implementar uma política que fortaleça a logística urbana/metropolitana de cargas;
- f) Elaborar política para estimular modos ativos com segurança para pequenas e médias distâncias, com incentivo à intermodalidade;
- g) Elaborar política para o sistema viário metropolitano, visando integrar os municípios componentes da Região Metropolitana de Goiânia.

Para tais diretrizes, foram identificados alguns aspectos relevantes durante a etapa de diagnóstico para a elaboração do prognóstico (Quadro 21):

Quadro 21 – Diagnóstico e Prognóstico para a Mobilidade Urbana

Diagnóstico (leitura da realidade)	Prognóstico (cenário desejável)
1) A mobilidade urbana não é tratada de forma adequada pelos municípios da RMG quanto ao aspecto da integração e nem é tratada de forma consistente nos planos diretores municipais;	1) Mobilidade metropolitana planejada de forma articulada, envolvendo todos os municípios da RMG, que atenda aos princípios da Lei Federal de Mobilidade;
2) Ausência de legislação específica voltada ao tema da mobilidade urbana em nível municipal e metropolitano (Planos Diretores de Mobilidade);	2) Instituição de um Sistema de Mobilidade Metropolitana;
3) A Lei Estadual de constituição da RMG e da Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC) encontra-se desatualizada frente à nova realidade institucional;	3) Marco regulatório atualizado e adequado às necessidades;
4) Agravamento do espraiamento urbano e crescimento da RM de forma desordenada e desarticulada com Reforço à atratividade de Goiânia, seguida de Aparecida de Goiânia, formando uma região metropolitana monocêntrica e desequilibrada;	4) Desenvolvimento de uma rede urbana policêntrica, incluindo o desenvolvimento de redes de centralidades locais, que adote o Transporte Público Coletivo (TPC) como sistema estruturador do território, com fomento à intermodalidade;
5) Centralidades existentes e futuras sem conexão adequada;	5) Sistemas de transportes articulados com o uso e ocupação do solo;
6) Intensificação dos fluxos pendulares a grandes distâncias, por transporte individual motorizado;	6) Equilíbrio da matriz modal (menos uso do transporte individual, mais uso do transporte coletivo e dos modos ativos);
8) Desvalorização do transporte público coletivo; Perda de competitividade do Transporte Público Coletivo (TPC) em relação ao modo motorizado individual; Queda do número de usuários do TPC; usuário custeia sozinho o TPC, incluindo gratuidades e repasse ao órgão gestor;	7) Valorização e priorização do transporte coletivo pela sociedade da RM, fortalecendo a rede unificada e integrada, com infraestrutura adequada e com investimento público que permita a melhoria da qualidade do TPC e uma tarifa acessível ao usuário.
8) Descumprimento de responsabilidades pelos entes federativos que compõem a	8) Órgão gestor metropolitano de transporte e trânsito estruturado e eficiente, pautado em questões técnicas;

Companhia Metropolitana de Transporte Coletivo;	
9) Deficiência no planejamento de trânsito, tanto no âmbito municipal quanto metropolitano; Aumento da frota e do uso de veículos motorizados individuais; Alto índice de acidentalidade, gerando impactos sociais e econômicos;	9) Trânsito planejado e gerido de forma articulada, com infraestrutura viária adequada e com fiscalização efetiva, visando a segurança e a redução da mortalidade no trânsito metropolitano;
10) Ausência de planejamento da circulação da carga urbana e falta de infraestrutura viária adequada;	10) Planejamento integrado da logística urbana, com implementação da infraestrutura e regulação necessária;
11) Redução do uso dos modos ativos, agravando as condições de mobilidade; potencial para uso das bicicletas nos municípios atendidos pela RMTC em função da distância de acesso à rede de transporte coletivo;	11) Aumento do uso do transporte ativo para curtas e médias distâncias, com segurança, favorecendo a intermodalidade e sua integração com o transporte coletivo;
12) Sistema viário sem articulação, em condições precárias, com gestão fragmentada, com consequente aumento dos índices de congestionamento, poluição e acidentes.	12) Sistema viário planejado e implementado em rede, com gestão articulada e fiscalização eficiente, que favoreça o transporte coletivo e vise a segurança viária.

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG, 2017

Desenvolvimento Socioespacial e Econômico

Entender o desenvolvimento socioespacial e econômico de um território é compreender a estrutura espacial intraurbana, como se ocorrem a veiculação dos valores pela sociedade e como as desigualdades urbanas são distribuídas no espaço. O processo de ocupação de um território é atrelado à essas condições socioespaciais e econômicas, haja vista que essas dinâmicas e especificidades locais orientam as políticas públicas na busca da equidade, permitindo a construção de uma região mais equilibrada e justa.

Na elaboração do PDUIRMG, essa dinâmica foi discutida nas seguintes dimensões: Indústria, Serviços, Emprego e Renda, Segurança Pública, Agropecuária, Segurança Alimentar e Nutricional e Educação. As diretrizes estabelecidas são:

- a) Criar uma rede de núcleos urbanos (policentralidades), organizada, ativa e dinâmica, com desenvolvimento econômico e social próprios, promovendo a oferta de empregos e serviços públicos, diminuindo as diferenças e o desequilíbrio regional;
- b) Criar uma política metropolitana de emprego, descentralizando as atividades econômicas, adequando a infraestrutura dos diversos municípios com a finalidade de capacitá-los para receber novos e diversificados investimentos;

- c) Fortalecimento da articulação interinstitucional, com intuito de promover o alinhamento estratégico da política pública voltada para a segurança pública;
- d) Fortalecer os núcleos rurais estimulando as práticas adequadas aos conceitos ambientais, culturais e inovadores, atraindo e promovendo atividades de alto valor agregado, valorizando a qualidade da terra e a proximidade com o mercado;
- e) Fortalecer o ensino fundamental e médio possibilitando a população mais vulnerável o acesso à qualificação.

Para tais diretrizes, foram identificados alguns aspectos relevantes durante a etapa de diagnóstico para a elaboração do prognóstico (Quadro 22):

Quadro 22 – Diagnóstico e Prognóstico para o desenvolvimento socioespacial e econômico

Diagnóstico (leitura da realidade)	Prognóstico (cenário desejável)
1) Elevação da demanda por bens industrializados - interna e externa (rede de influência extrapola para região Centro Norte); Baixa aplicação de ciência e tecnologia pelos setores produtivos.	1) Atração de indústrias com uso mais intenso de tecnologias para as áreas de adensamento populacional;
2) Ampliação do setor de serviços na estrutura produtiva da RMG; Expansão de serviços mais intensivos em mão de obra, pouca utilização de tecnologia e baixa produtividade;	2) Expansão da oferta de serviços avançados e modernos - serviços profissionais intensivos em conhecimento e tecnologia e que apresentam alta produtividade. Serviços com elevado conteúdo intelectual, com capital humano especializado. Polo comercial da região Centro-Norte do país;
3) Mercados de trabalho heterogêneos: concentração dos empregos de melhor qualificação e renda em poucos municípios, em especial no município de Goiânia;	3) Que a maior parte dos municípios possuam alguns setores-chave, que consigam gerar postos de trabalho de alta renda, em ocupações de elevada qualidade socioeconômica;
4) Distribuição desigual das oportunidades de emprego, com escassez de políticas para atendimento à população jovem;	4) Implantação de setores com alta capacidade de gerar postos de trabalho de melhor qualidade;
5) Concentração espacial da violência letal nos espaços mais vulneráveis;	5) Intensificação da atuação policial nos territórios de maior incidência de crimes contra a vida;
6) Ausência de políticas de segurança pública que envolva a participação da comunidade; Elevado sentimento de insegurança da população;	6) Ações conjuntas com outras esferas do poder público que promova a efetiva redução da sensação de insegurança da população;
7) Ausência de programas de incentivo à produção agricultura familiar e de políticas públicas específicas voltadas aos pequenos produtores; Fraca integração dos municípios às diretrizes dos programas estaduais e nacional de segurança alimentar e nutricional – SAN;	7) Implantação de programas voltados para a RMG criando uma Política Metropolitana de SAN - a fim de erradicar a fome e a desnutrição, promover o consumo consciente e subsídios aos produtores da agricultura familiar;

8) Baixa oferta de frutas e verduras por produtores locais e consequente importação destes produtos;	8) Apoio às atividades rurais, sobretudo nos minifúndios a fim de incentivar e colaborar com a agricultura familiar;
9) Redução de escolas da rede estadual de ensino nos municípios de maior índice populacional - Goiânia e Aparecida de Goiânia	9) Manutenção de escolas existente nas áreas centrais da RMG e ampliação de vagas para o noturno;
10) Redução de matrículas e docentes na rede estadual de ensino na maioria dos municípios da RMG	10) Ampliação de vagas na rede Estadual, ampliação do quadro docente e respectiva valorização do profissional da educação;
11) Centralidade da educação superior em Goiânia; Potencial centralidade da educação superior em Aparecida de Goiânia.	11) A existência de Instituições de Ensino Superior distribuídas pela RMG considerando as altas densidades populacionais, consolidando novas centralidades de IES.

Elaboração: Adaptado de Goiás; UFG, 2017

A elaboração dos diagnósticos, prognósticos e diretrizes do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia está em fase final de atualização pelos técnicos da equipe. As informações já obtidas até o presente momento delinearam o desequilíbrio espacial da RMG que conta com uma ocupação espraiada, forte concentração das atividades, fragilidade social nos perímetros, além da grave vulnerabilidade ambiental.

Os grandes desafios observados são: crise hídrica de abastecimento de água; crescimento urbano desordenado e espraiado; integração metropolitana inviabilizada por posturas localistas; avanço da urbanização sobre os mananciais de abastecimento; degradação das condições de mobilidade urbana, prejudicando a rede metropolitana de transporte coletivo; desequilíbrio econômico, social e de infraestrutura entre os municípios e; dificuldade na elaboração e implementação dos instrumentos de planejamento (planos diretores e outros).

Essas etapas já realizadas orientarão as próximas fases do PDUIRMG de elaboração do Zoneamento e Estratégias e do Projeto de Lei. Dessa forma será possível articular a gestão dos municípios de maneira integrada, visando a execução das funções públicas de interesse comum, reduzindo as desigualdades e criando uma região mais justa e equilibrada para toda a população.

CENÁRIOS E DIRETRIZES DE
ORDENAMENTO PARA A REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

5

CAPÍTULO 5 – CENÁRIOS E DIRETRIZES DE ORDENAMENTO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

À medida que a expansão do espaço urbano disperso de uma cidade afeta profundamente os municípios vizinhos e influencia as dinâmicas urbanas locais, surge uma necessidade cada vez maior de fomentar o desenvolvimento urbano integrado nas regiões metropolitanas brasileiras, incluindo a Região Metropolitana de Goiânia. Isso se justifica pela oportunidade de estabelecer uma extensa rede urbana coordenada, apoiada por políticas conjuntas entre as cidades, para definir estratégias abrangentes de administração e planejamento metropolitano. Esse processo visa integrar a organização, o planejamento e a execução de serviços públicos de interesse comum entre os municípios da RM.

Essa constatação norteia os próximos passos desse trabalho. Para isso, as análises foram divididas em dois itens. Primeiramente são apresentados os cenários de expansão urbana e espraiamento da RMG (2023-2048) gerados a partir do software Dinamica EGO, simulando como o uso e cobertura da terra se modificará se não houver nenhuma intervenção no controle do uso do solo, vislumbrando seus impactos nas dinâmicas populacionais, econômicas, de mobilidade e ambientais. Por fim, no segundo item são realizadas as análises espaciais relativas às propostas de diretrizes e estratégias para o desenvolvimento urbano integrado da Região Metropolitana de Goiânia.

5.1. CENÁRIOS DE EXPANSÃO URBANA E ESPRAIAMENTO DA RMG

A avaliação das alterações na paisagem é essencial para uma gestão territorial eficiente. Como parte do procedimento metodológico desenvolvido para essa pesquisa, nessa seção foram simulados cenários de expansão urbana e espraiamento da Região Metropolitana de Goiânia. Realizou-se a parametrização e calibragem de um modelo de mudanças na cobertura e uso da terra, validando as simulações relacionadas à expansão urbana da RMG entre 2023 e 2048.

Para tal, os mapas iniciais utilizados foram o de uso do solo de 2016 e 2022. Esses mapas foram rasterizados para permitirem a realização de uma análise cruzada, resultando em um mapa das mudanças e na criação de uma matriz de transição. O software utilizado para a modelagem foi o Dinamica EGO para todas as parametrizações dos operadores. Após a construção da matriz de transição, as variáveis estáticas foram unidas em formato

cubemap, permitindo que fossem realizados os cálculos dos intervalos e a categorização das variáveis contínuas. De maneira conseguinte, os pesos de evidência foram calculados e correlacionados utilizando o Coeficiente de Cramers e a Incerteza de Informação Conjunta.

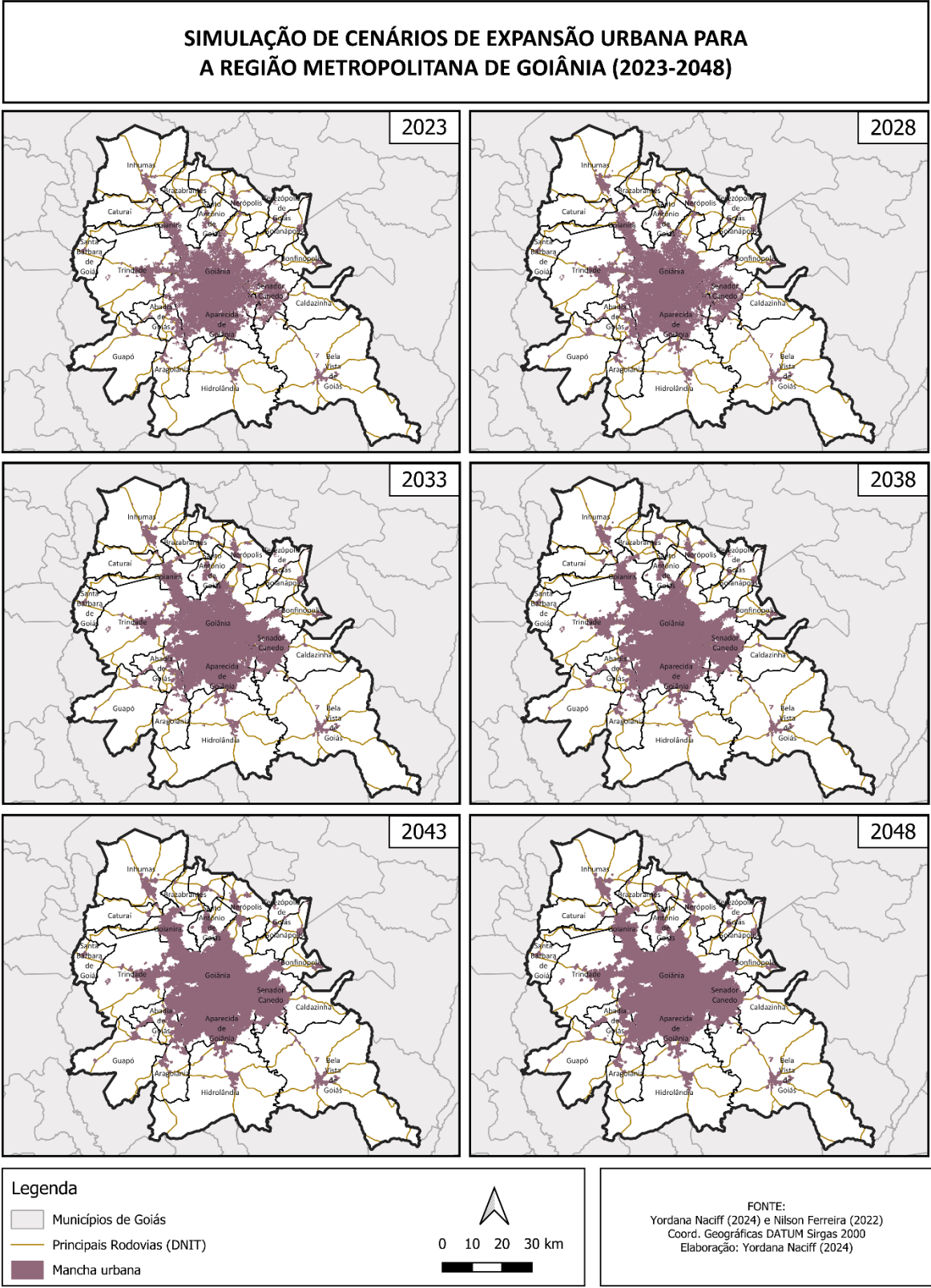
Com todos os parâmetros prontos, foram configuradas as métricas da paisagem, definindo o tamanho médio da mancha, o coeficiente de variância e isometria dos funtores *expander* e *pacther*. Geraram-se mapas de 2017 a 2022 para validação dos mapas simulados com os mapas reais, realizando os ajustes necessários. Com isso, a última etapa da modelagem consistiu na simulação validada da modelagem de cenários futuros para o uso e cobertura da terra, sendo programada para gerar interações de mapas de 5 em 5 anos de 2023 até 2048.

Contudo, os mapas gerados encontraram uma limitação quanto às novas manchas que tiveram uma expansão contida no cenário do território. Para reajustar os parâmetros inseridos, essa pesquisa se amparou em alguns cenários gerados pela SGG e UFG (2024) para o PDUIRMG (ANEXO I) de maneira a comparar e validar os mapas gerados. As métricas foram ajustadas e foi realizada uma média obtida pelas manchas urbanas geradas por essa pesquisa (através do procedimento metodológico utilizado) e pelas manchas geradas pela SGG e UFG (2024). Assim, os valores exibidos nos cenários urbanos dessa pesquisa são o resultado da soma de esforços para se obter uma simulação mais próxima do real.

Ressalta-se que, devido ao rigor metodológico para a elaboração de simulação de cenários futuros, os modelos com autômatos celulares apresentam certas limitações para representar a realidade. Apesar das restrições, esses modelos oferecem muitas possibilidades para abstração de padrões, ordem e tendências dinâmicas, o que possibilita a obtenção de bons resultados após a calibração e validação dos modelos.

Para a Região Metropolitana de Goiânia, os cenários futuros simulados exibem uma expansão urbana radiocêntrica, com tendências à conurbação com os municípios vizinhos (Figura 48). A área analisada apresentou tendência de crescimento com dinâmica constante de expansão e adensamento a partir dos núcleos urbanos existentes e no entorno da malha viária.

Figura 48 – Simulação de cenários de expansão urbana para a Região Metropolitana de Goiânia (2023-2048)



Elaboração: Própria Autora (2024).

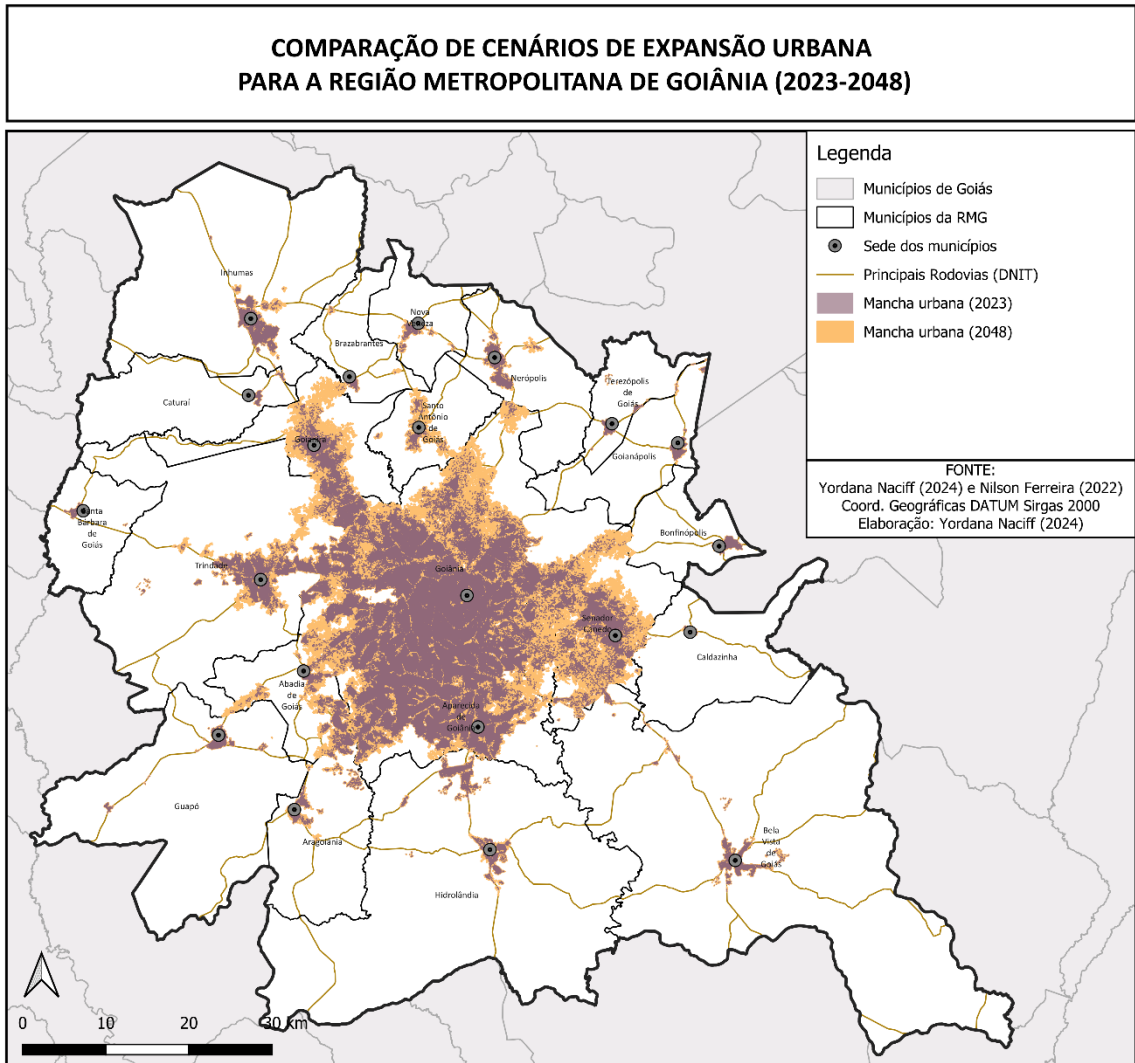
Os municípios que mais tiveram expansão em área de urbanização foram, em ordem, Senador Canedo, Goianira, Santo Antônio de Goiás, Aparecida de Goiânia e Abadia de Goiás. Todos esses municípios são limítrofes com a capital. Destaca-se que, conforme abordado anteriormente na Figura 22 (vetores de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia 2010-2023), os principais eixos de expansão analisados se confirmam no cenário simulado.

O primeiro vetor de crescimento ocorre a Sul do território com a conurbação com o município de Aparecida de Goiânia que vem apresentando altos volumes de fluxos pendulares e uma significativa dependência de empregos e estudo. A expansão urbana no eixo Leste-Oeste, abriga os municípios de Trindade (vetor 2) e Senador Canedo (vetor 3), com a presença de vários loteamentos que surgiram nos limites urbanos da capital que geraram o mesmo efeito de conurbação observado no vetor 1. Já o vetor 4 é representado pelo município de Goianira que apresenta uma forte incidência de bairros populares margeando a rodovia GO-070 que continuam em expansão.

Já o vetor 5 de expansão urbana, que representa um processo de urbanização concentrado do eixo Goiânia-Anápolis-Brasília, não obteve indícios de urbanização expressivas. Apesar de ser uma região que já reúne uma parte significativa da população, pela vantagem de um vínculo direto à rede de transportes (BR-153) e pela alta oferta de serviços urbanos escolares, sanitários e comerciais, o cenário simulado não evidenciou um adensamento populacional à Nordeste de Goiânia e nem nos municípios de Goianápolis ou Teresópolis de Goiás.

Em uma comparação de sobreposição das manchas urbanas inicial de 2023 e final de 2048, percebe-se de maneira mais eficiente a forma que a expansão urbana da RMG poderá vir a ocorrer nesse território (Figura 49). Notam-se que as tendências de urbanização das áreas urbanizadas seguem os principais eixos rodoviários que ligam a capital aos municípios limítrofes, adensando vários vazios intersticiais existentes.

Figura 49 – Comparação de cenários de expansão urbana para a Região Metropolitana de Goiânia (2023-2048)



Elaboração: Própria Autora (2024).

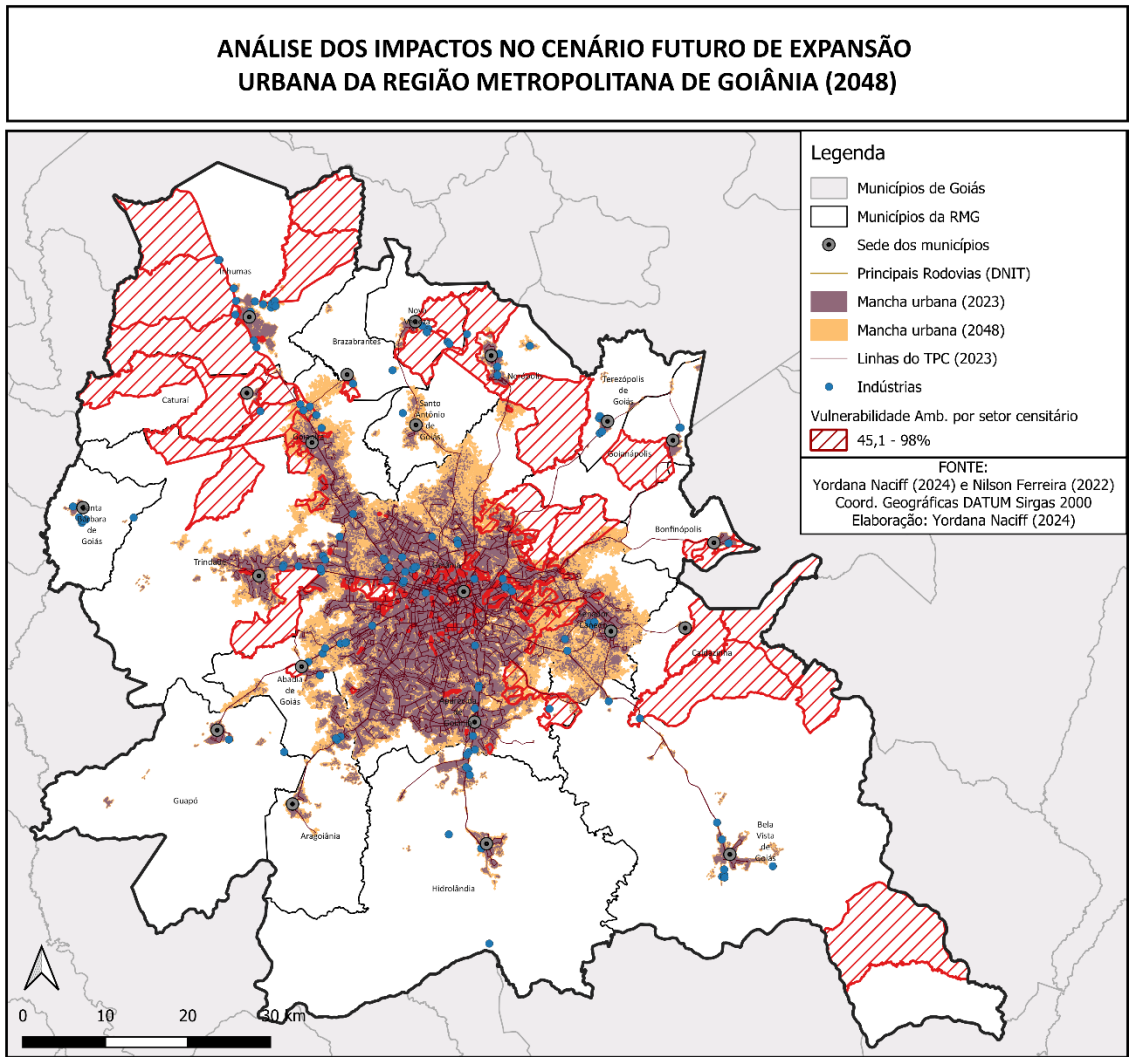
Em análise aos resultados obtidos, observou-se uma tendência nos cenários de expansão urbana de conversão de terrenos agrícolas para usos urbanos, especialmente áreas classificadas como campestre e pastagem. Essa mudança é uma característica comum da urbanização e pode indicar um impacto negativo significativo sobre a biodiversidade, os ciclos biogeoquímicos e hidrológicos.

Verifica-se que o crescimento urbano desordenado leva à expansão dispersa das áreas urbanas, resultando em baixo desempenho em termos de eficiência, equidade e sustentabilidade. Esse tipo de ocupação territorial está associado a altos custos econômicos, sociais e ambientais. Portanto, é fundamental realizar estudos prévios sobre a localização de novas áreas urbanas, levando em consideração os impactos econômicos

das infraestruturas, bem como as mudanças demográficas e econômicas, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população. O uso de modelos dinâmicos permite simular diversos cenários, auxiliando na tomada de decisões sobre o planejamento territorial e ajudando a antecipar problemas, comparar e avaliar as decisões relacionadas aos planos atuais e futuros.

Considerando o cenário de expansão urbana da RMG para o ano de 2048, foram realizadas sobreposições sistêmicas para analisar os impactos do espraiamento nas dinâmicas populacionais, econômicas, de mobilidade e ambientais (Figura 50). Esses impactos foram analisados considerando algumas variáveis trabalhadas na primeira parte dessa pesquisa.

Figura 50 – Análise dos impactos no cenário futuro de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria Autora (2024).

Apesar da figura 50 não contemplar variáveis referente à dinâmica populacional e socioterritorial, se a expansão urbana de 2048 da RMG seguir os mesmos padrões observados na primeira parte da pesquisa, é possível que o crescimento urbano siga com estímulos à queda de densidade populacional, domiciliar e de empregos. Observou-se anteriormente que houve uma maior desconcentração espacial, ou seja, se nenhuma ação for realizada, a tendência é que o espraiamento continue ocorrendo e gerando tais impactos nas dinâmicas populacional e socioterritorial. Os mapas analisados exibiram, ao longo dos anos, a fragmentação dos núcleos de alta densidade em pequenos grupos de densidades menores de maneira mais espalhada na cidade. Como a mancha urbana se expandiu consideravelmente, há uma propensão de queda na densidade populacional principalmente nas margens da nova mancha urbana.

Em relação às dinâmicas econômicas, a variável utilizada anteriormente se relacionava à distribuição socioeconômica dos habitantes ao longo do território. Essa mesma variável não foi sobreposta no mapa simulado de 2048 da RMG por não permitir análises plausíveis com a realidade simulada. Para representar os impactos do espraiamento nas dinâmicas econômicas, a distribuição das indústrias foi selecionada. Nota-se que a distribuição industrial ocorre principalmente nas principais rodovias que ligam os municípios no território metropolitano. De maneira majoritária, essas mesmas indústrias que estavam localizadas nos limítrofes da mancha urbana de 2023, foram completamente englobadas pela mancha urbana de 2048. Essa informação requer uma atenção em relação aos fluxos de transporte de carga que são gerados por essas indústrias e que poderão acarretar problemas para a mobilidade urbana local e intermunicipal.

Nas dinâmicas de mobilidade, as linhas de transporte público de 2023 foram sobrepostas no mapa. Para atender às demandas da mancha de 2048, deverão ser implantadas muitas outras extensões de linhas, principalmente nas regiões Norte e Oeste de Goiânia e nos municípios de Senador Canedo e Goianira. Anteriormente, havia sido observado que os terminais urbanos se localizam, majoritariamente, na mancha determinada pelo centro da RMG. Essa concentração implica em uma maior integração do centro-centro e uma menor integração do centro-periferia. Com as novas linhas a serem implantadas, deverão ser criados terminais de integração urbana especialmente nas periferias das cidades – o que já é uma demanda da mancha atual de 2023.

Em análise às dinâmicas ambientais, expõe-se um alerta ao planejamento urbano. Ao sobrepor as áreas de alta vulnerabilidade ambiental com o cenário simulado, nota-se que

essas áreas estão sendo fortemente urbanizadas, especialmente nos municípios de Senador Canedo e Aparecida de Goiânia. Os impactos ambientais decorrentes do frágil controle do uso do solo serão de ordem exponencial pela inobservância do planejamento urbano. Haja vista, deverão ser inclusas estratégias que garantam a compatibilidade entre o desenvolvimento urbano e a preservação dessas áreas mais sensíveis aos impactos ambientais.

Esses são somente alguns dos impactos previstos para as dinâmicas populacional, econômica, de mobilidade e ambiental da RMG se a tendência de crescimento urbano espraiado se manter constante. Para evitar que as evidências previstas nos cenários se concretizem, é crucial adotar medidas de controle para garantir um desenvolvimento sustentável. Além disso, é necessário reavaliar as políticas de regulamentação e planejamento urbano, incluindo leis de zoneamento e de uso e ocupação do solo. Para tal, a próxima seção desse capítulo se dedica à elaboração de diretrizes e estratégias para o desenvolvimento urbano integrado da Região Metropolitana de Goiânia.

5.2. ANÁLISE ESPACIAL: DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO

Os fatores explicativos genéricos dos processos de difusão urbana se alinham com um conjunto extenso de blocos temáticos, a saber: demográficos, culturais, tecnológicos, econômicos, sociais, territoriais, ambientais, institucionais e administrativos (Ainstein, 2019). Todas essas temáticas se articulam entre si, causando uma relação de dependência interdisciplinar que geram e impactam constantemente o meio urbano. A gestão integrada e global de todas as dimensões que afetam o urbano se torna um grande desafio pela complexidade em lidar com inúmeros sistemas em interação contínua.

Os cenários simulados no item anterior elucidaram as tendências futuras de transformações urbanas pautadas na cena atual de espraiamento urbano. Essas simulações permitiram observar que já são muitos os impactos decorrentes do tipo de ocupação urbana atual, mas que esses problemas poderão se agravar exponencialmente se não houver estratégias para favorecer o desenvolvimento urbano integrado da Região Metropolitana de Goiânia. Haja vista, essa seção da pesquisa reúne os dados já analisados e gerados ao longo desse estudo para propor diretrizes e ações para “ordenar a cena” da RMG.

Para um desenvolvimento urbano mais eficiente e sustentável, a criação de um planejamento urbano estratégico se faz necessário. Nesse caso, isso implica no desenvolvimento de um plano abrangente que visa coordenar recursos e esforços para atingir metas específicas. Isso envolve identificar os recursos disponíveis, reconhecer áreas que necessitam de atenção e adotar ações para assegurar o sucesso das operações. Nesse item, não será elaborado um plano completo, contudo, serão indicadas estratégias e ações para a elaboração de diretrizes de ordenamento territorial, visando o desenvolvimento urbano integrado da RMG.

Nessa conjectura, as propostas elaboradas nesse item buscam orientar o crescimento urbano assegurando uma estrutura mais policêntrica para a Região Metropolitana de Goiânia. Em modelos de crescimento urbano espraiado, diversas estratégias territoriais podem ser implementadas pelos municípios, entre elas o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS). A estratégia do DOTS busca a aproximação das áreas de moradia e oportunidades de emprego incentivando o uso misto do solo próximo aos corredores de transporte coletivo. Integra-se a mobilidade e o uso do solo, promovendo o uso eficiente da infraestrutura urbana. Essas vantagens contribuem para o progresso econômico e social, além de melhorar a qualidade ambiental das áreas urbanas (WRI Brasil, 2024).

As diferentes estratégias elaboradas nessa fase da pesquisa são pautadas em algumas diretrizes do DOTS e envolvem as quatro dinâmicas urbanas trabalhadas nesse estudo: populacional, econômica, de mobilidade urbana e ambiental. As dinâmicas serão representadas de maneira sistêmica e integrada, vislumbrando que as estratégias propostas alcancem o macrossistema da cidade como um todo.

Para tal, foi elaborado um mapa síntese (Figura 51) que reúne as diretrizes propostas para promover o desenvolvimento urbano integrado da Região Metropolitana de Goiânia e mitigar os impactos do espraiamento urbano nesse território. As estratégias propostas utilizam como referencial autores como Tella e Muñoz (2016), Kneib (2016), WRI Brasil (2024), Goiás e UFG (2017), SGG e UFG (2024) e Ainsten (2019).

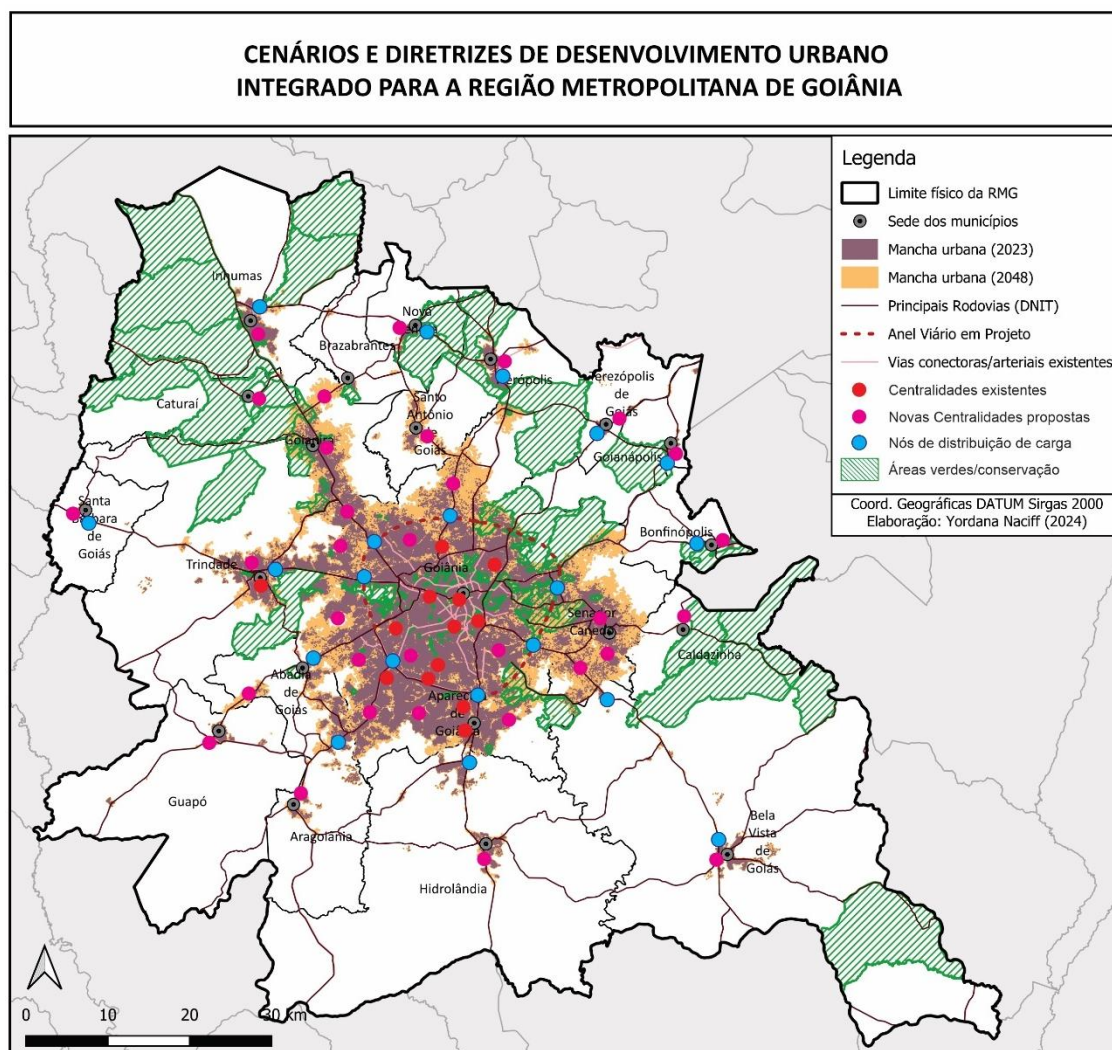
Assim, para localizar novas centralidades urbanas, foram considerados alguns critérios, previstos de forma isolada ou em conjunto:

- a) **Acessibilidade e Mobilidade:** avaliação da proximidade de infraestruturas de transporte, como linhas de ônibus e vias principais. Acessos facilitados incentivam a concentração de serviços e a atração de população.
- b) **Demografia e Potencial de Mercado:** análise da densidade populacional e o perfil demográfico da região. Locais em crescimento populacional e uma base de consumidores diversificada são mais propensos a desenvolver novas centralidades.
- c) **Espaços Públicos e Qualidade de Vida:** disponibilidade de áreas verdes, espaços de convivência e qualidade do ambiente urbano, que podem influenciar a atratividade da centralidade.
- d) **Desenvolvimento Sustentável:** avaliação da capacidade de implementar soluções sustentáveis, como uso eficiente do solo, gestão de resíduos e iniciativas de mobilidade sustentável, para garantir um crescimento equilibrado.
- e) **Interação com Áreas Vizinhas:** análise da relação entre a nova centralidade e as áreas adjacentes, considerando a possibilidade de articulação econômica e social com outros centros urbanos.

Para localizar nós de distribuição de cargas, foram considerados os seguintes critérios, previstos de forma isolada ou em conjunto:

- a) **Acessibilidade Rodoviária:** avaliação da proximidade de rodovias principais e outras vias de transporte que facilitem o acesso e a movimentação de cargas.
- b) **Proximidade a Centros de Consumo e Produção:** identificação da localização em relação a mercados consumidores e áreas de produção, garantindo eficiência na distribuição e redução de custos logísticos.
- c) **Capacidade de Expansão:** avaliação da possibilidade de expansão da infraestrutura existente para acomodar o crescimento futuro da demanda e das operações, como por exemplo, o anel viário.
- d) **Regulamentações e Políticas Públicas:** verificação da conformidade com normas e regulamentações locais, além de incentivos ou suporte governamental para o desenvolvimento logístico.

Figura 51 – Cenários e diretrizes de desenvolvimento urbano integrado para a Região Metropolitana de Goiânia



Elaboração: Própria Autora (2024).

Diretriz 1: Adensar os centros existentes e desenvolver novas centralidades

As centralidades existentes foram identificadas por uma adaptação do estudo de Kneib (2016) (Anexo II), incorporando no mapa (Figura 51) algumas centralidades de conhecimento popular. Nota-se que as centralidades existentes são poucas e concentradas, majoritariamente, na capital. Haja vista, propõe-se a promoção de novas centralidades distribuídas ao longo do território e em cada um dos municípios da RMG, vislumbrando uma distribuição espacial mais homogênea e polinucleada, equilibrando os fluxos pendulares metropolitanos.

Para adensar os centros existentes, requer-se uma articulação de usos mistos que favoreçam a diversificação de atividades comerciais e de serviços. Essa multiplicidade

assegura que as áreas não sejam monofuncionalizadas, contribuindo para a vitalidade da região durante todo o dia. Além disso, considera-se necessária a otimização dos usos do solo a partir do fomento de novos subcentros locais em áreas de baixas densidades habitacionais. Como estratégia de adensamento populacional, a conformação de áreas de subcentralidades próximas à complexos habitacionais tende a aproximar bens e serviços à população. Para esse intuito, essas são algumas e recomendadas estratégias para alcançar esses objetivos:

- a) **Requalificação Urbana:** Investir na requalificação de áreas urbanas degradadas ou subutilizadas para promover a revitalização dos centros existentes. Isso pode incluir a requalificação de edifícios antigos, a melhoria das infraestruturas e a criação de novos espaços públicos.
- b) **Desenvolvimento de Uso Misto:** Promover projetos que integrem diferentes usos do solo, como residências, comércio, escritórios e entretenimento, para criar áreas vibrantes e multifuncionais. Isso reduz a necessidade de deslocamentos longos e melhora a qualidade de vida.
- c) **Desenvolvimento Compacto:** Fomentar o desenvolvimento compacto, reduzindo a expansão horizontal e incentivando a construção de novos projetos em terrenos disponíveis ou subutilizados.
- d) **Acessibilidade e Mobilidade:** Melhorar a acessibilidade aos centros urbanos por meio da expansão e melhoria dos sistemas de transporte público e das redes de ciclovias e calçadas.
- e) **Identificação de Áreas Potenciais para o desenvolvimento de novas centralidades:** Realizar análises para identificar áreas que têm potencial para se tornar novas centralidades, considerando fatores como localização estratégica, acessibilidade e potencial de crescimento.
- f) **Planejamento Regional:** Incorporar a criação de novas centralidades no planejamento regional para promover um equilíbrio entre diferentes áreas urbanas e evitar a sobrecarga dos centros existentes.
- g) **Desenvolvimento Planejado:** Desenvolver novos núcleos urbanos que concentrem atividades comerciais, residenciais e de serviços. Esses núcleos devem ser projetados para atender às necessidades locais e integrar-se bem com as áreas circundantes.

- h) **Infraestrutura e Serviços:** Investir na infraestrutura e serviços necessários para suportar as novas centralidades, incluindo transporte, saneamento e redes de energia.
- i) **Incentivos para Negócios Locais:** Oferecer incentivos para a instalação de negócios e empresas em novas centralidades, como subsídios, isenções fiscais e suporte ao empreendedorismo local.
- j) **Acessibilidade e Conectividade:** Garantir que as novas centralidades sejam bem conectadas ao sistema de transporte público e aos principais corredores de transporte para facilitar o acesso e a mobilidade.
- k) **Espaços Verdes e Públicos:** Incluir áreas verdes e espaços públicos na criação de novas centralidades para melhorar a qualidade de vida e promover a interação social.

Diretriz 2: Consolidar corredores regionais e qualificar os conectores urbanos

Na Região Metropolitana de Goiânia, os corredores regionais (representados pelas principais rodovias) conectam os municípios e se conformam como eixos nos quais são operados o sistema de transporte coletivo metropolitano. Como as principais centralidades do território estão localizadas na capital, os conectores urbanos são representados pelas vias arteriais de Goiânia. Propõe-se a consolidação de novos conectores urbanos para interligar as novas centralidades propostas, permitindo que pontos nodais sejam criados e estimulem a atração da população ao longo do território.

Os corredores regionais conectam centros existentes, novas centralidades e outros pontos nodais. Dessa forma, a consolidação e qualificação desses corredores permitirá um escoamento dos fluxos de maneira mais eficiente. Tella e Muñoz (2016) afirmam que incorporar conexões verdes e ciclovias nas ruas paralelas às principais vias podem garantir possibilidades de uso para outras formas de mobilidade ativa.

Outra estratégia relevante para essa temática é a articulação e conexão dos equipamentos sociais à infraestrutura de transporte coletivo. Para dinamizar a vinculação entre os centros (existentes e novos) e os subcentros, há a necessidade de gerar novos corredores urbanos de transporte público coletivo, vislumbrando um desenvolvimento urbano orientado ao transporte. Almeja-se intensificar o adensamento e o uso do solo ao longo dos eixos e no entorno de estações de transporte coletivo. E, de maneira integrada, combater a ociosidade do uso do solo em áreas com oferta de transporte coletivo. Para tal, seguem as seguintes estratégias:

- a) **Mapeamento e Análise:** Realizar um mapeamento detalhado das áreas urbanas e regionais para identificar oportunidades e necessidades de corredores e conectores. Isso inclui a análise de dados de tráfego, padrões de uso do solo e a localização de áreas verdes e espaços públicos.
- b) **Corredores Ecológicos:** Integrar corredores ecológicos que conectem áreas naturais, parques e reservas. Isso promove a biodiversidade e oferece espaços para atividades recreativas e educativas.
- c) **Revitalização Urbana:** Melhorar a qualidade dos conectores urbanos existentes, como ruas e avenidas, através da revitalização de espaços públicos, aumento da arborização e melhoria da estética urbana.
- d) **Uso Misto e Densidade:** Promover o desenvolvimento de áreas de uso misto ao longo dos conectores urbanos, incentivando a construção de residências, comércio e serviços que facilitem o acesso e a interação entre diferentes áreas.
- e) **Transporte Sustentável:** Incentivar o uso de transporte público e modos de transporte não motorizados, como bicicletas e caminhadas, através da criação de infraestrutura adequada e a implementação de políticas de incentivo.
- f) **Monitoramento e Dados:** Utilizar tecnologias de monitoramento para avaliar o uso e a eficácia dos corredores e conectores. Dados de tráfego, feedback dos usuários e análises de impacto podem informar melhorias contínuas.
- g) **Gestão Integrada:** Adotar uma abordagem de gestão integrada que coordene esforços entre diferentes níveis de governo, agências e comunidades para a administração eficaz dos corredores e conectores.

Diretriz 3: Integrar a periferia rururbana e recuperar os vazios intersticiais

O espraiamento urbano gera a queda da densidade populacional e deixa vazios urbanos no território. Dessa forma, uma das diretrizes de mitigação desses impactos é através da integração da periferia rural e urbana, ou áreas rururbanas, sendo esse um desafio complexo que exige abordagens multifacetadas para promover o desenvolvimento sustentável e a coesão social.

Atuar nos limítrofes urbanos permite conter as forças expansivas espraiadas e redirecioná-las para o interior do território. Dessa forma, para a RMG, visa-se a criação de uma região de transição clara entre o urbano e o rural através de um anel de rodovias que, além de conter a expansão urbana, articule como um sistema de pontos nodais

regionais – ou seja, nós multimodais de distribuição logística de cargas conforme a localização das indústrias existentes.

Nos vazios intersticiais, implementar políticas de alto valor estratégico para desenvolver urbanizações de densidades médias ou altas com a dotação de habitações sociais e de equipamentos urbanos que se vinculem com as centralidades existentes. Além disso, conformar subcentralidades que assegurem à essa população acesso facilitado à serviços públicos. Na integração da periferia rururbana, considera-se:

- a) **Melhoria da Mobilidade:** Desenvolver e manter redes de transporte que conectem áreas rurais e urbanas. Isso pode incluir a construção de estradas, melhorias em sistemas de transporte público e a criação de rotas de transporte eficientes.
- b) **Diversificação Econômica:** Incentivar atividades econômicas que possam beneficiar tanto áreas rurais quanto urbanas, como o turismo rural, a agroindústria e o artesanato.
- c) **Acesso à Educação:** Garantir que a população tenha acesso a educação de qualidade, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Programas de educação e treinamento que abordem as necessidades específicas de cada área podem ajudar a reduzir desigualdades.
- d) **Serviços de Saúde:** Expandir o acesso a serviços de saúde de qualidade em áreas rurais e urbanas, por meio de clínicas móveis, telemedicina e centros de saúde comunitários.
- e) **Qualidade de Vida:** Implementar políticas que melhorem a qualidade de vida, como saneamento básico, acesso à água potável e segurança alimentar.
- f) **Planejamento Territorial:** Desenvolver planos de uso do solo e de desenvolvimento regional que promovam a integração e evitem a fragmentação entre áreas urbanas e rurais.

Diretriz 4: Preservar os recursos naturais e implementar novas áreas verdes

Na Região Metropolitana de Goiânia, preservar os remanescentes de vegetação nativa e restaurar as áreas degradadas é uma pauta urgente pois essas áreas apresentam funções ecossistêmicas importantes para o território. Haja vista, a proposta é que sejam implementadas políticas de controle de ocupação das áreas de alta vulnerabilidade ambiental, estimulando a criação de novas áreas verdes nesses locais.

Um dos principais mecanismos de conservação dos recursos naturais são as unidades de conservação que desempenham um papel crucial para a preservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. O planejamento urbano deve promover atividades que sejam compatíveis com a preservação dessas áreas mais suscetíveis a impactos ambientais, atuando também na proteção das bacias de captação (SGG; UFG, 2024).

Preservar os recursos naturais e implementar novas áreas verdes são ações cruciais para promover a sustentabilidade e melhorar a qualidade de vida nas cidades da RMG. Algumas estratégias e práticas recomendadas para alcançar esses objetivos são:

- a) Planejamento Urbano Sustentável: Integrar áreas verdes no planejamento urbano, garantindo que novos projetos incluam espaços verdes e que as áreas existentes sejam preservadas e valorizadas.
- b) Zonificação Ecológica: Utilizar a zonificação para proteger áreas ambientais sensíveis e promover o desenvolvimento sustentável, limitando a expansão urbana em áreas de importância ecológica.
- c) Parques e Jardins Públicos: Construir e manter parques, jardins e praças públicas que ofereçam espaços de lazer e conexão com a natureza.
- d) Corredores Ecológicos: Desenvolver corredores verdes que conectem áreas urbanas com espaços naturais e parques, promovendo a biodiversidade e facilitando a mobilidade verde.
- e) Preservação de ecossistemas: Implementar projetos de restauração de habitats degradados para recuperar a biodiversidade e a saúde ambiental.
- f) Planos de Ação Ambiental: Criar planos de ação que definam metas e estratégias claras para a conservação e expansão de áreas verdes, alinhando esforços em nível local, regional e nacional.
- g) Monitoramento Ambiental: Utilizar tecnologias de monitoramento e dados para avaliar a saúde dos ecossistemas, medir a eficácia das políticas e identificar áreas que necessitam de proteção ou restauração.

Mitigar o espraiamento urbano e promover o desenvolvimento urbano integrado são desafios cruciais para a criação de regiões metropolitanas mais eficientes, coordenadas e conectadas. Quatro diretrizes foram aqui elaboradas, juntamente com as suas estratégias e ações, vislumbrando um ambiente urbano cada vez mais coeso e ordenado. As diretrizes conectam sistemicamente as quatro dinâmicas urbanas trabalhadas – populacional e

socioterritorial, econômica, de mobilidade urbana e ambiental – permitindo que toda a região metropolitana possa ser contemplada na elaboração dos planos de ordenamento territorial.

Com um amplo diagnóstico dos impactos do espraiamento urbano, é possível planejar estratégias de uso do solo mais eficientes, promover a densificação adequada, melhorar a mobilidade urbana, assegurar a preservação dos recursos naturais e garantir a oferta de serviços públicos de forma equitativa. Dessa forma, o planejamento urbano integrado não apenas otimiza os recursos disponíveis, mas também melhora a qualidade de vida dos habitantes, assegurando um crescimento sustentável para toda a região.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

6

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metrópoles brasileiras, em seus processos de urbanização espraiada, vêm conformando áreas marcadas por elevados níveis de desigualdade e questões que exacerbam as inadequações no uso e ocupação do solo, além de gerarem considerável impacto ambiental. O tecido urbano se alastra de forma fragmentada, resultando na formação de áreas vazias e dificultando a obtenção de uma densidade populacional adequada nas regiões que se expandem.

Se os desafios relacionados ao espraiamento urbano nas cidades já são complexos, eles se tornam ainda mais intensos em um contexto metropolitano. Esses desafios ultrapassam as fronteiras político-administrativas dos municípios, modificam as dinâmicas urbanas em diversas temáticas, englobando aspectos populacionais, econômicos, ambientais, de mobilidade, entre outros.

Considerando a cidade como um todo multifacetado, a abordagem sistêmica assumiu um posicionamento importante nas análises realizadas nesse estudo. Identificou-se a existência de sistemas urbanos com relação entre seus elementos – sendo inseridos em um macrossistema com complexidade, instabilidade e intersubjetividade. Para tal, foi desenvolvido um procedimento metodológico sistêmico para investigação dos impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas e, a partir disso, elaborou-se modelos espaciais e diretrizes para atenuar os problemas do espraiamento a nível metropolitano.

O desenvolvimento desse trabalho teve enquanto problemática a dificuldade de compreensão e ordenamento das cidades, levando em conta que o espraiamento urbano é algo onipresente e em contínua expansão. Seus impactos afetam diretamente a dinâmica das redes urbanas regionais – o que concerne às decisões de planejamento urbano integrado das regiões metropolitanas brasileiras. A partir da contextualização da problemática, a pesquisa se fundamentou nos seguintes questionamentos: *Quais os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia? Como promover o desenvolvimento urbano integrado nesse território?*

Mediante isso, a hipótese proposta foi que *o espraiamento urbano leva à configuração de uma região dispersa, desconectada e mononucleada e somente a partir de uma região coordenada, conectada e polinucleada seria possível promover um desenvolvimento integrado metropolitano*. Assim, estabelecer uma ampla rede urbana coordenada por meio de políticas conjuntas entre as cidades permitiria a definição de

estratégias gerais para a gestão e o planejamento da metrópole. Isso facilita a organização, o planejamento e a execução das funções públicas de interesse comum dos municípios que compõem a região metropolitana.

Com os resultados alcançados ao longo desse estudo, a hipótese da pesquisa foi comprovada. A primeira parte da pesquisa elucidou que o espraiamento realmente leva a conformação de uma região dispersa, desconectada e polinucleada. Na segunda parte da pesquisa, com o cenário simulado e as propostas de diretrizes (que visam estabelecer uma região coordenada, conectada e polinucleada), será possível promover o desenvolvimento urbano integrado para a RMG.

Para comprovar a hipótese proposta, a pesquisa teve por objetivo geral: i) identificar e analisar os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia; ii) estabelecer diretrizes e ações para o desenvolvimento urbano integrado da RMG. Visando atingir tal intento, foram pautados três objetivos específicos que foram atendidos no decorrer da pesquisa:

- Foi desenvolvido um procedimento metodológico sistêmico para analisar os impactos do espraiamento e construir cenários futuros de expansão urbana no *Capítulo 1. Procedimento metodológico sistêmico desenvolvido para análises urbanas*. Esse capítulo abrigou os referenciais teóricos e práticos sobre a análise sistêmica e a modelagem de cenários para então construir o procedimento metodológico utilizado na pesquisa.
- Posteriormente, a pesquisa foi dividida em duas partes. A primeira parte *“Definindo a cena”* foi estruturada para identificar e analisar os impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana de Goiânia. Para isso, no *Capítulo 2. Urbanização e Espraiamento*, houve a apresentação da temática do espraiamento, que é uma das bases conceituais do estudo, além da apresentação do objeto de estudo. As análises dos impactos ocorreram no *Capítulo 3. Análise sistêmica dos impactos do espraiamento nas dinâmicas territoriais da RMG*, nesse capítulo foi aplicada a primeira parte da metodologia sistêmica desenvolvida analisando os impactos do espraiamento nas seguintes dinâmicas: populacionais e socioterritoriais, econômicas, de mobilidade e ambientais.

- A segunda parte da pesquisa, “*Ordenando a cena*”, atende ao terceiro objetivo específico de sugerir diretrizes e mapear ações para favorecer o Desenvolvimento Urbano Integrado da RMG. Com esse propósito, o *Capítulo 4. Desenvolvimento Urbano Integrado* apresenta a segunda base conceitual da pesquisa, elucidando aspectos do ordenamento territorial e do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia. De maneira conseguinte, o *Capítulo 5. Cenários e Diretrizes de ordenamento para a Região Metropolitana de Goiânia* aplica a segunda parte da metodologia sistêmica desenvolvida apresentando as diretrizes e estratégias para o território analisado.

Os objetivos desse estudo foram atingidos apoiando a possibilidade dessa pesquisa em contribuir com o desenvolvimento de um procedimento metodológico sistêmico para as análises urbanas. A configuração do procedimento considerou a abordagem sistêmica na estruturação do estudo que obedeceu às três etapas da Teoria Geral dos Sistemas, sendo:

- Etapa 1 – Compreensão do todo: discussão e caracterização do espraiamento urbano (capítulo 2);
- Etapa 2 – Relação do todo com as partes: análise dos impactos do espraiamento urbano nas dinâmicas territoriais (capítulo 3);
- Etapa 3 – Relação entre as partes: elaboração de diretrizes e estratégias para o desenvolvimento urbano integrado – foi realizada uma análise sistematizada e integrada entre todas as dinâmicas urbanas (capítulo 5).

Esse método desenvolvido pode ser aplicado em outras regiões metropolitanas, permitindo adaptações conforme necessário. Isso inclui, por exemplo, a seleção de diferentes sistemas urbanos e a utilização de outras variáveis para análise. Como consequência, o método desenvolvido possibilitou a análise combinada das variáveis escolhidas, revelando padrões espaciais no território metropolitano que contribuíram para uma compreensão abrangente do espaço urbano.

Ademais, esse estudo realizou um esforço intrigante e fértil na agenda de pesquisas sobre espraiamento urbano e desenvolvimento urbano integrado. Como ineditismo, essa pesquisa contribuiu com a: i) aplicação de um método sistêmico para investigar os impactos do espraiamento nas dinâmicas urbanas da Região Metropolitana

de Goiânia; e a ii) elaboração de cenários e diretrizes para promover o desenvolvimento urbano integrado da RMG.

Os principais resultados alcançados com a primeira parte da pesquisa permitem chegar a algumas conclusões importantes sobre o espraiamento da Região Metropolitana de Goiânia. A pesquisa revelou que o crescimento urbano da RMG ocorre principalmente ao longo dos eixos viários e nas cidades do núcleo (Goiânia, Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Trindade). Esse crescimento, impulsionado pela demanda habitacional e pelo mercado imobiliário, resultou em áreas vazias e periferias com baixa infraestrutura e serviços públicos.

Em relação às dinâmicas urbanas, a dinâmica populacional e socioterritorial na RMG mostra uma diminuição da densidade populacional e a fragmentação dos núcleos urbanos, com desigualdades na ocupação territorial e áreas subutilizadas. Economicamente, há uma grande disparidade nos rendimentos, com altos ganhos concentrados em algumas cidades e baixos rendimentos em outras, evidenciando a segregação socioeconômica.

Em termos de mobilidade, o transporte público é inadequado, com infraestrutura deficiente e uma concentração de terminais no centro da RMG, o que reforça a segregação entre centro e periferia. Ambientalmente, o planejamento urbano falha ao não considerar as áreas de proteção ambiental, resultando em problemas como escassez de água e degradação ambiental.

Na segunda parte da pesquisa, os principais resultados alcançados são com a simulação dos cenários futuros de expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia. Esses cenários denotam um crescimento em formato radiocêntrico, com uma tendência a se concentrar nos principais eixos rodoviários que conectam a capital aos municípios adjacentes e preenchendo diversos vazios intersticiais existentes.

Em análise das dinâmicas urbanas com o cenário futuro de 2048 da RMG, notou-se que o crescimento urbano pode levar à redução da densidade populacional, resultando na fragmentação dos núcleos de alta densidade em pequenos grupos de áreas com densidade menor, espalhadas pela cidade. Além disso, em relação à dinâmica de mobilidade, será necessário expandir significativamente a rede de transporte, especialmente nas regiões Norte e Oeste de Goiânia, bem como nos municípios de Senador Canedo e Goianira. Com

a adição dessas novas linhas, será fundamental criar terminais de integração urbana, especialmente nas periferias das cidades – uma necessidade já identificada atualmente.

Quanto à dinâmica ambiental, constatou-se o frágil controle do uso do solo e uma inobservância do planejamento urbano nas áreas de vulnerabilidade ambiental, dado que essas áreas estão com tendência de uma urbanização intensa, principalmente nos municípios de Senador Canedo e Aparecida de Goiânia.

No desenvolvimento dessa pesquisa foram encontradas algumas limitações. As principais dificuldades estão vinculadas à aquisição de dados mais atuais visto que, no Brasil, os dados são produzidos em longos intervalos temporais. Até o momento de publicação dessa pesquisa, apenas alguns dados populacionais estavam disponíveis nos resultados do Censo de 2022. As variáveis escolhidas das dinâmicas urbanas foram as mais atualizadas encontradas, apesar disso, o dado de rendimento mensal domiciliar (dinâmicas econômicas) é do ano de 2010. Essa desatualização dificultou em análises mais coerentes sobre as questões econômicas do território.

Outra grande limitação da pesquisa ocorreu na segunda parte do estudo. O uso do software Dinamica EGO exige uma série de operações para gerar os mapas simulados. Essas operações, além de exigir demasiado tempo para modelagem de cada etapa, os resultados obtidos não foram satisfatórios em seu inteiro teor. Dessa forma, a ajuda dos dados fornecidos pela SGG e UFG (2024) foi essencial para a conclusão dessa fase de simulação de cenários.

Apesar das limitações encontradas, a pesquisa conseguiu produzir resultados satisfatórios para os objetivos propostos. As soluções e produtos desenvolvidos oferecem várias contribuições importantes:

- Aplicação da Teoria Geral dos Sistemas para análises urbanas.
- Criação de um procedimento metodológico sistêmico que pode ser utilizado em outras regiões metropolitanas e com diferentes variáveis.
- Uso da ferramenta de georreferenciação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em conjunto com a Teoria Geral dos Sistemas.
- Aplicação de modelos inferenciais de autocorrelação espacial vinculados à Teoria Geral dos Sistemas.

- Elaboração de quatro mapas síntese abordando a interação entre o espraiamento com as quatro dinâmicas urbanas — populacional, econômica, mobilidade e ambiental.
- Elaboração de cenários futuros de expansão urbana para a Região Metropolitana de Goiânia.
- Elaboração de diretrizes e estratégias para promover o desenvolvimento urbano integrado da RMG.

Essas contribuições demonstram que a pesquisa atingiu seus objetivos. No entanto, para obter resultados mais aprofundados em estudos futuros, podem ser realizadas as seguintes investigações baseadas neste trabalho:

- Atualização dos resultados com novos dados das variáveis selecionadas.
- Análise dos impactos do espraiamento nas dinâmicas urbanas com diferentes variáveis, utilizando o procedimento metodológico desenvolvido.
- Estudo de outras regiões metropolitanas com o procedimento metodológico proposto.
- Avaliação de outras dinâmicas urbanas conforme o procedimento metodológico descrito.
- Modelagem dos cenários futuros através de outras variáveis estáticas, outras variáveis dinâmicas e outras configurações de pesos de evidência.
- Modelagem dos cenários futuros com inserção das novas centralidades e novas linhas de transporte propostas para vislumbrar o impacto do uso e cobertura do solo.

Em resumo, esta tese avançou a compreensão sobre os impactos do espraiamento urbano e a necessidade de desenvolvimento urbano integrado para as regiões metropolitanas. Com a elaboração de um procedimento metodológico sistêmico para análises urbanas, espera-se que este estudo inspire futuras investigações e práticas que possam beneficiar no planejamento urbano mais coeso e eficiente.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Ranieri Roberth Silva de; ALVES, João Bosco da Mota; CASAES, Júlio César Costa; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida; FERNANDES, Roberto Fabiano; SOUZA, João Artur. *Os paradigmas do pensamento cartesiano e do pensamento sistêmico*. In: Anais do XI CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS: O Pensamento sistêmico e a interdisciplinaridade: debates e discussões. Franca: outubro, 2015.
- AINSTEIN, Luis. *Dinámicas de urbanización regional difusa: El caso de la Aglomeración Buenos Aires*. 1 ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Eudeba, 2019. 374 p.
- ALMEIDA, Cláudia Maria de; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; CÂMARA, Gilberto. *Modelos de Dinâmica Urbana: Conceitos, Derivação de Relações, Calibração, Exemplos*. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – Curso de Modelagem Ambiental e Modelos Dinâmicos de Uso e Cobertura do Solo. Belo Horizonte, 2003.
- ALMEIDA, Josiane Maria Tiago de. *Reflexões sobre a prática clínica em Gestalt-terapia: possibilidades de acesso à experiência do cliente*. Revista da abordagem gestáltica, Goiânia, v. 16, n. 2, dezembro/2010, p. 217-221.
- ALMEIDA, Renan Pereira; MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. Renda da terra e o espaço urbano capitalista contemporâneo. Revista de Economia Política, vol . 37, nº 2 (147), abril-junho/2017. p. 417-436
- ALVES, Larissa da Silva Ferreira. *Culturas de ordenamento territorial: conceituações e perspectivas histórico analíticas*. Revista Mercator. v. 13, n. 3. Fortaleza: set./dez., 2014. p. 63-73.
- AMARAL, Matheus. *O que é educação sistêmica e como ela pode revolucionar a aprendizagem* [online]. Rubeus, 2021. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/educacao-sistematica/>. Acesso em: julho/2023.
- ANDRADE, Aurélio L. *O curso do pensamento sistêmico*. 1 ed. São Paulo: Digital Publish & Print Editora, 2014.
- BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. 1901-1972. Tradução de Francisco M. Guimarães. 8 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2015. 360p.
- BITTENCOURT, Isabella Goulart; BOING, Elisângela. *Contribuições do Pensamento Sistêmico, da Gestalt-terapia e de práticas da psicologia para o trabalho em um CAPSI*. Revista Nova perspectiva sistêmica, São Paulo, v. 26, n. 57, abril/2017, p. 53-68.
- BÓGUS, Lúcia Maria Machado; MAGALHÃES, Luís Felipe Aires; PASTERNAK, Suzana. *Macrometrópole Paulista: espacialidades emergentes e a evolução da pandemia*. In: MOURA, Rosa; FREITAS-FIRKOWSKI, Lúcia C. de (Orgs.). Espaços

Metropolitanos: processos, configurações, metodologias e perspectivas emergentes. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2021.

BRASIL. *Constituição (1988)*. Artigo 30, VIII. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 18 jul. 2000.

BRASIL. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 10 jul. 2001.

BRASIL. *Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012*. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 4 jan. 2012.

BRASIL. *Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015*. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 12 jan. 2015.

BRENNER, Neil. *Espaços da Urbanização: o urbano a partir da teoria crítica*. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2018. 356p.

CARDOSO, Estélio José; SANTOS, Moacir José dos; CARNIELLO, Monica Franchi. *O processo de urbanização brasileiro*. XV Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Out/2011. p. 1-4.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – CSR/UFMG. What is Dinamica EGO? [online]. 2022. Disponível em: < <https://csr.ufmg.br/dinamica/> >. Acesso em: dezembro/2023.

CHAUDHURI, Gargi; CLARKE, Keith. *The SLEUTH Land Use Change Model: A Review*. The International Journal of Environmental Resources Research, n. 1, 2013, p. 89-104.

CMTC – COMPANHIA METROPOLITANA DE TRANSPORTES COLETIVOS. Relatório do sistema de transporte coletivo da Rede Metropolitana de Transporte Coletivo. Goiânia, 2022.

CUNHA, Débora Ferreira da. *Instituição da Região Metropolitana de Goiânia - Goiás (1980-2010): configuração e interações espaciais entre os municípios*. 2017. 283 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

DALCIN, Guilherme Kruger; SILVA, André de Souza. *Simulando Cenários Urbanos Futuros: modelagem de dinâmicas do uso do solo como suporte ao planejamento urbano*. In: Anais do XVIII ENANPUR, Natal, 2019, p. 1-25.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça. *Contribuições ao ensino do método hipotético-dedutivo a estudantes de Geografia*. Geografia Ensino & Pesquisa, vol. 19, n. 2, maio/ago. 2015. p. 107-111.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA, 2004.

ENGELLEN, Guy; ULJEE, Inge; WHITE, Roger. Vulnerability Assessment of Low-lying Coastal Areas and Small Islands to Climate Change and Sea Level Rise. PHASE 2: CASE STUDY ST. LUCIA. Report and SIMLUCIA User Manual. Maastricht: 1997.

ESTABA, Rosa Maria. *La descentralización y la ordenación del territorio de Venezuela: estrategias hacia la modernidad*. Scripta Nova. Revista eletrônica de geografia y ciencias sociales [Online]. No. 54. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de dezembro de 1999

FEIJOO, Ana Maria Lopez Calvo de. *Medidas de tendência central*. In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. 2010. p. 14-22.

FERREIRA, António Fonseca. *Gestão estratégica de cidades e regiões*. 3 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2015. 375p.

FERREIRA, Flávio. Apresentação à edição brasileira. In: LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade*. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 3 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

FERREIRA, Manuel Eduardo; MARQUES, Roberta Silva; SILVA, Juliana Gomes; HORA, Karla Emmanuela R.; BARBOSA, Priscila Maia; LIMA, Cláudia Valéria. Condições ambientais na Região Metropolitana de Goiânia: Vulnerabilidades e insegurança hídrica. In: BARREIRA, C. C. M. A.; HADDAD, M. B.; MOYSÉS, A. *Reforma urbana e direito à cidade*: Goiânia. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023. p.133-150.

FLOATER, Graham; RODE, Philipp. Steering urban growth: governance, policy and finance. The New Climate Economy (NCE Cities) – Paper 02. November, 2014.

GALSTER, G.; HANSON, R.; RATCLIFFE, M. R.; WOLMAN, H.; COLEMAN, S.; FREIHAGE, J. *Wrestling Sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept*. Housing Policy Debate. Volume 12, Issue 4. Fannie Mae Foundation, 2001. 681-717 p.

GLAESER, Edward L.; KAHN, Matthew E. *Sprawl and urban growth*. Massachussets: NBER (National Bureau of Economic Research), 2003. 55p.

GOIÂNIA. *Lei Complementar nº 31, de 29 de dezembro de 1994*. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo nas Zonas Urbana e de Expansão Urbana do Município de Goiânia e

estabelece outras providências urbanísticas. Câmara Municipal de Goiânia, Goiás, 29 dez 1994.

GOIÂNIA. *Lei Complementar nº 349, de 04 de março de 2022*. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Goiânia e dá outras providências. Câmara Municipal de Goiânia, Goiás, 04 mar 2022.

GOIÁS. *Lei Complementar nº 149, de 15 de maio de 2019. Altera a Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018, que dispõe sobre a Região Metropolitana de Goiânia, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, cria o Instituto de Planejamento Metropolitano e dá outras providências*. Assembleia Legislativa do Estado de Goiás. 2019.

GOMES, Lauren Beltrão; BOLZE, Simone Dill Azeredo; BUENO, Rovana Kinas; CREPALDI, Maria Aparecida. *As Origens do Pensamento Sistêmico: Das Partes para o Todo*. Pensando Famílias, n. 18, dez. 2014. p. 3-16.

GOULARTE, Amanda; ARENAS, Diana Marília. *Metodologias Ativas de Aprendizagem: o aluno como protagonista do processo* [online]. Blog Flexge, 2023. Disponível em: < <https://blog.flexge.com/metodologias-ativas-ensino-aprendizagem/>>. Acesso em: julho/2023.

GROSTEIN, Marta Dora. *Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”*. São Paulo, SP: São Paulo em Perspectiva, 2001. p. 13-19.

HADDAD, Marcos Bittar; BARREIRA, Celene Cunha Antunes Monteiro; NACIFF, Yordana Dias das Neves; MOYSES, Aristides. *Censo 2022: Região Metropolitana de Goiânia tem a segunda maior taxa de crescimento do país*. Brasil de Fato, 14 set. 2023.

HAU, Lin Chen; NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa; TOMAZINI, José Elias. *Geoprocessamento para identificar padrões do perfil de nascimentos na região do Vale do Paraíba*. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia. Rio de Janeiro, v. 31, n. 4, p. 171-176, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Áreas urbanizadas do Brasil: 2015*. Série Relatórios Metodológicos. v.44. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2021*. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Regiões de influência das cidades: 2018*. Série Relatórios Metodológicos. v.44. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IPEA e SDRU/MDR – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Territorial / Ministério do Desenvolvimento Regional. *Apoio à Política Nacional De Desenvolvimento Urbano (PNDU): contextualização e diretrizes gerais para a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano*. Nota técnica para

discussão elaborada no âmbito do Termo de Execução Descentralizada nº 71/2019 firmado entre IPEA e SDRU/MDR. Brasília, agosto de 2020.

KASPER, Humberto. *O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto*. Dissertação de mestrado. 2000. 291p. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

KNEIB, Erika Cristine. Centralidades urbanas e sistemas de transporte público em Goiânia, Goiás. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. 8(3), set./dez., 2016, p. 306-317

KONING, G.H.J.; VELDKAMP, A.; FRESCO, L.O. *Exploring changes in Ecuadorian land use fo food production and their effects on natural resources*. Journal of Environmental Management, n. 57, 1999. p. 221-237.

KUHN, Caroline. Uma análise sistêmica das transformações de uso do solo como suporte à decisão para o planejamento de Unidades de Conservação. Estudo de caso: Parque Nacional do Superagui – PR. 2005. 163 f. Dissertação de Mestrado (Planejamento Urbano e Regional). Universidade Federal de do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

LANGTON, C.G. Studying artificial life with Cellular Automata, Physica 22D, 1986. p. 120-149.

LEIVA, Guilherme de Castro. Viagens intrametropolitanas casa-trabalho na RMBH. In: ANDRADE, L. T.; MENDONÇA, J. G.; DINIZ, A. M. A. (Org.). *Belo Horizonte: transformações na ordem urbana*. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. 474p.

LIMA, Jandir Ferrera de. O desenvolvimento regional como fenômeno regional. In: SOUSA, C. M., THEIS, I. M., and BARBOSA, J. L. A. (Org.). *Celso Furtado: a esperança militante (Desafios): vol. 3* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2020, 462 p. Projeto editorial 100 anos de Celso Furtado collection, vol. 3. p. 129-140.

LIMA, Lara Silva; LOUREIRO, Felipe Grangeiro; SOUSA, Francelino Franco Leite de Matos; LOPES, André Soares. Espraçamento urbano e seus impactos nas desigualdades socioespaciais da acessibilidade ao trabalho em Fortaleza. Revista Transportes Anpet – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. v. 29. n. 1. abril, 2021. p. 229-246.

LITMAN, Todd. *Analysis of public policies that unintentionally encourage and subsidize urban sprawl*. VTPI (Victoria Transport Policy Institute) e NCE (New Climate Economy). London: LSE Cities, mar. 2015.

LITMAN, Todd. *Evaluating Transportation Land Use Impacts: considering the impacts, benefits and costs of diferent land use development patterns*. VTPI: Victoria Transport Policy Institute. Canada, aug. 2016. 72p.

LOPES, Flávia Cirqueira Rodrigues Análise sistêmica do modo ativo: a busca pela priorização da acessibilidade ativa nas centralidades urbanas. 2023. 124 f. Dissertação

de Mestrado (Projeto e Cidade). Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-graduação em Projeto e Cidade. Goiânia.

MACEDO, Rodrigo de Campos; ALMEIDA, Cláudia Maria; SANTOS, João Roberto; RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor. Modelagem dinâmica espacial das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira. *Boletim de Ciências Geodésicas, Artigos*, Curitiba, v. 19, no 2, p.313-337, abr-jun, 2013.

MARQUES, Mara-Lúcia; MÜLLES-PESSÔA, Vinícius; CAMARGO, Danilo; CECAGNO, Camila. Simulação de cenários urbanos por autômato celular para modelagem do crescimento de Campinas – SP, Brasil. *Revista Eure*, v. 47, n. 142, p. 207-227, setembro, 2021.

MARTINS, Jéssica Silva; CRUZ, Carla Bernadete Madureira; RICHTER, Monika; AUGUSTO, Rafael Cardão. MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL COM AUTOMATOS CELULARES NA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS DE EXPANSÃO URBANA. In: ANAIS DO XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos... São José dos Campos, INPE, 2023.

MARTINS, Jéssica; VIÉGAS, Vandrê. Minicurso 6: Modelagem de cenários futuros para o uso e cobertura da terra. In: *V JEOTEC – Jornada de Geotecnologias*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Transmitido ao vivo em: 9 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/6V0nbcIk5_Q?si=NvZv39XmFOWdFVIv>. Acesso em: julho/2024

MASSABKI, José Augusto Rodrigues; PEIXOTO, Anna Silvia Palcheco; KAISER, Ilza Machado; MANZATO, Gustavo Garcia. Modelagem dos padrões da expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo baseada em Autômatos Celulares. *Revista URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana*, n. 9 (Supl. 1), 2017, p. 361-371.

MEDEIROS, Anderson. *Autocorrelação Espacial: Mapas de Cluster no ArcGIS*. 2018. Disponível em: <http://www.andersonmedeiros.com/como-fazer-mapas-de-cluster-no-arcgis/>. Acesso em: julho, 2022.

MENESES, Marcela Ruggeri; SCHVARSBERG, Benny. Limites e desafios na construção da política urbana na Região Metropolitana de Goiânia. In: Anais do XVIII ENANPUR, maio, 2019 p. 1-28.

MEYER, Bernardo; GÜNTHER, Helen Fischer. *Controle externo e políticas públicas de mobilidade urbana: o caso da Região Metropolitana da Grande Florianópolis*. *Revista de Gestão Organizacional*, Chapecó, v. 12, n. 4, p. 43-62, set./dez. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Política nacional de desenvolvimento urbano*. Caderno MCidades. Novembro, 2004. Disponível em:< <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/politica-nacional-de-desenvolvimento-urbano/arquivos/cad-1-politicanacionaldesenvolvimento-urbano-texto-1.pdf>>. Acesso em: junho, 2024.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Planejamento estratégico* [online]. 2024. Disponível em:< <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/governanca/planejamento-estrategico>>. Acesso em: junho, 2024.

MIDR – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. *Planejamento Estratégico Integrado - PEI MIDR* [online]. 2024. Disponível em:< <https://www.gov.br/mdr/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/planejamento-estrategico-institucional>>. Acesso em: junho, 2024.

MOURA, Rosa. *A dimensão urbano-regional na metropolização contemporânea*. Observatório das Metrópoles-INCT/CNPq e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes). EURE, v. 38, n. 115, setembro, 2012. p. 5-31.

MOTTA, Fernando C. Prestes. *A teoria geral dos sistemas na teoria das organizações*. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro. Jan/Mar, 1971. p. 17-33.

MOYSÉS, Aristides (Org.). *Cidade, segregação urbana e planejamento*. Goiânia: Editora da UCG, 2005. 362p.

MUMFORD, Lewis. *A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas*. Tradução por Neil R. da Silva. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

NACIFF, Yordana Dias das Neves. *A Estrutura Espacial e sua relação com o Espraçamento, Mobilidade e Segregação Urbana: um estudo aplicado à Região Metropolitana de Goiânia*. 2020. 144 f. Dissertação de Mestrado (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

NADALIN, Vanessa; IGLIORI, Danilo. *Espraçamento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas*. EURE: Santiago, v. 41, p. 91-111, 2015.

NETO, Alfredo Iarozinski; LEITE, Maria Silene. *A abordagem sistêmica na pesquisa em Engenharia de Produção*. Revista Produção, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 1-14.

NETO, W. L.; KNEIB, E. *Centralidades e acessibilidade por transporte coletivo em Goiânia: análise exploratória de variáveis espaciais*. In: KNEIB, Erika Cristine (Org.). *Projeto e cidade: mobilidade e acessibilidade em Goiânia*. Goiânia: Editora UFG, 2016. p. 31-46.

OLIVEIRA, Laís Marques; SILVA, Samíria Maria Oliveira; SOUZA FILHO, Francisco de Assis; RUFINO; Iana Alexandra Alves; BRITO, Higor Costa; LOPES, Tereza Margarida Xavier de Melo. *Modelagem dinâmica da expansão urbana usando autômatos celulares: o caso de Fortaleza–CE*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, URBE, v. 13, p. 1-14, 2021.

PASSOS, L. A. dos; SILVEIRA, F. de A.; PITA, A. L. L. R.; BRAGA, C. F. C.; SILVEIRA, J. A. R. da. *Processo de expansão versus sustentabilidade urbana: reflexão sobre as alternativas de deslocamento na cidade de João Pessoa, PB*. URBE: Revista Brasileira de Gestão Urbana. vol.4, n.1, p.47-59. Jan/jun. 2012.

PEREIRA, Maria das Graças Borja Gondim dos Santos; PEREIRA, Gilberto Corso. Salvador, expansão metropolitana dispersa, efeitos socioespaciais e diretrizes para o planejamento e gestão: cenário 2030. In: MOURA, Rosa; FREITAS-FIRKOWSKI, Olga Lúcia Castreghini de. (Org). *Espaços Metropolitanos: processos, configurações, metodologias e perspectivas emergentes*. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2021. 434-460 p.

PÉREZ, Fernando Lucambio. Cadeias de Markov [online]. 22 de novembro de 2021. Disponível em: < <http://leg.ufpr.br/~lucambio/CM/CM.html>>. Acesso em: dezembro, 2023.

PFEIFFER, Peter. Planejamento estratégico municipal no Brasil: uma nova abordagem. Brasília: ENAP, 2000. 37p.

PIETRAFESA, Pedro Araújo; GARBELIM, Marcelo Soldan; HADDA, Marcos Bittar; MENEZES, Marcela Ruggeri. Governança e planejamento da Região Metropolitana de Goiânia. In: BARREIRA, C. C. M. A.; HADDAD, M. B.; MOYSÉS, A. *Reforma urbana e direito à cidade: Goiânia*. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023. p.151-164.

PINHEIRO, Antenor; KNEIB, Erika Cristine; BRITO, Lorena Cavalcante; NACIFF, Yordana. Desafios da mobilidade urbana no contexto da Região Metropolitana de Goiânia. In: BARREIRA, C. C. M. A.; HADDAD, M. B.; MOYSÉS, A. *Reforma urbana e direito à cidade: Goiânia*. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023. p.179-198.

PINTO, Evaldinolia; FOOK, Karla; MONTEIRO, Antônio; CÂMARA, Gilberto. Modelagem de Dinâmicas Espaciais com Autômatos Celulares. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005, p. 1-6

PIRES, Ana Carolina Fernandes. *Impactos do espraiamento urbano e relações metropolitanas no sistema de transporte coletivo – estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia*. 2018. 220 f. Dissertação de Mestrado (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

PIZZOL, Kátia Maria Santos de Andrade. *A dinâmica urbana: uma leitura da cidade e da qualidade de vida no urbano - Implantation of commercial agriculture in the Buritizeiro city, savanna of the Minas Gerais: the capitalist use of the natural resources*. Caminhos de Geografia [online]. v. 7. n. 17. fevereiro, 2006. p. 1-7.

RATTNER, Henrique. *Desenvolvimento de comunidade no progresso de urbanização notas para uma crítica das teorias sociológicas do planejamento*. Revista de Administração de Empresas, n. 16, v. 3. maio/junho, 1976. p. 15-26.

REZENDE, Denis Alcides; ULTRAMARI, Clovis. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. Revista de Administração Pública. v. 41. n. 2. Rio de Janeiro: mar/abr, 2007. p. 255-271.

RIKS – Reasearch Institute for Knowledge Systems. SimLucia [online]. 2023. Disponível em: < <http://www.riks.nl/projects/SimLucia>>. Acesso em: dezembro/2023.

RÍOS, Mario Alberto Gaviria. Ciudad-región Eje cafetero (Colombia),

red de ciudades y metropolización. In: MOURA, Rosa; FREITAS-FIRKOWSKI, Lúcia C. de (Orgs.). *Espaços Metropolitanos: processos, configurações, metodologias e perspectivas emergentes*. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2021.

RMTC – REDE METROPOLITANA DE TRANSPORTE COLETIVO. Boletim do Transporte – Transporte coletivo: Governo de Goiás garante cinco anos sem aumento de passagem [online]. 21 de agosto de 2023. Disponível em: <<https://www.rmtcgoiania.com.br/blog/category/boletim-do-transporte-coletivo/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

RODRIGUES, Jacinto Martins. *Dinâmica populacional de Goiânia: o crescimento das regiões na década de 1990*. IMB – Instituto Mauro Borges. Conjuntura Econômica Goiana. mai. 2006.

ROMANELLI, Carla; ABIKO, Alex Kenya. *Processo de Metropolização no Brasil*. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 2011. 34p.

SABOYA, Renato. Planejamento estratégico de cidades [online]. 29 de maio de 2008. Disponível em: <<https://urbanidades.arq.br/2008/05/29/planejamento-estrategico-de-cidades-parte-1/>>. Acesso em: junho, 2024.

SANTOS, Milton. *A Urbanização Brasileira*. 1926-2001. Coleção Milton Santos. 5 ed. 4 reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018.

SÃO PAULO (estado) – Secretaria de Desenvolvimento Regional. *Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Piracicaba* [online]. São Paulo: agosto, 2021. Disponível em: <https://rmp.pdui.sp.gov.br/?page_id=125>. Acesso em: junho/2024

SARAIVA EDUCAÇÃO. *Conheça mais sobre os preceitos da educação sistêmica* [online]. Publicado em 04 de fevereiro de 2022. Disponível em: <[https://blog.saraivaeducacao.com.br/educacao-sistemica/#:~:text=A%20educa%C3%A7%C3%A3o%20sist%C3%94mica%20\(tamb%C3%A9m%20chamada,%20uma%20metodologia%20de%20ensino.>](https://blog.saraivaeducacao.com.br/educacao-sistemica/#:~:text=A%20educa%C3%A7%C3%A3o%20sist%C3%94mica%20(tamb%C3%A9m%20chamada,%20uma%20metodologia%20de%20ensino.>)>. Acesso em: julho/2023.

SCHOORL, Jeroen M. *CLUE Model: Conversion of Land Use* [online]. Wageningen University & Research. 2023. Disponível em: <<https://www.wur.nl/en/research-results/chair-groups/environmental-sciences/soil-geography-and-landscape-group/research/clue-model.htm>>. Acesso em: dezembro, 2023.

SECIMA – Secretaria de Meio Ambiente, Recursos hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos metropolitanos. *Diretrizes para região metropolitana de Goiânia*. Goiânia: 2018. 40p. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/473/o/Plano_Desenvolvimento-Gyn.pdf>. Acesso em: junho, 2024.

SILVA, Anibal Rodrigues. *A implantação de anel viário na Região Metropolitana de Goiânia-Goiás*. 2018. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Gestão Pública). Escola Nacional de Administração Pública – ENAP, Brasília.

SILVA, Geovany J. A. da. *Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana*. Estudo de caso: Cuiabá-MT. 2011. 374 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília. Brasília.

SILVA, Keli de Oliveira. A periferização causada pela desigual urbanização brasileira. Universidade Estadual de Maringá. Maringá – Paraná: Revista Urutágua. Nº 11 – Dez./Jan./Fev./Mar.2007. p. 1-10

SILVA, Rhafic Concolato. Produção do espaço urbano: reflexão teórica sobre o bairro periférico e popular. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 04, Vol. 15, Abril de 2021. p. 89-99.

SILVA, Sarah de Oliveira. *Pensamento sistêmico e gestão por processos: uma revisão sistemática*. In: Anais do 8º Congresso Brasileiro de Sistemas. Revista Gestão e Conhecimento [Edição Especial], novembro/2012, p. 367-383.

SILVEIRA, Franciene Aparecida. *Pedagogia sistêmica: um novo olhar*. Revista Gestão Universitária, v. 15, p. 1-12, 2021.

SIQUEIRA, Marluce Miguel; CASAGRANDE, Lisete Diniz Ribas. *Noções gerais sobre abordagem sistêmica à ação educativa do enfermeiro*. Revista Brasileira de Enfermagem, n. 38, v.1, Brasília, p. 63-69, jan/mar, 1985.

SGA (Smart Growth America). *Measuring Sprawl 2014*. University of Utah: Metropolitan Research Center, 2014. 46p.

SOARES, Rodrigo de Oliveira. *Goiânia, a metrópole periférica: fantasmagoria, experiências e viveres urbanos – Real Conquista e Jardins Madri*. 2015. 209 f. Tese de Doutorado (Pós-graduação em História). Universidade Federal de Goiás: Goiânia, 2015.

SOEPBOER, Welmoed. *CLUE-S: an application for Sibuyan Island, The Philippines*. Laboratory of Soil Science and Geology – Environmental Sciences. The Netherlands: Wageningen University, 2001.

SYDLE – Plataforma digital corporativa all-in-one. *Gestão de Processos: quais são as etapas do BPM?* [online]. Atualizado em 28/06/2023. Disponível em: < <https://www.sydle.com/br/blog/gestao-de-processos-etapas-5f0476e025565a666982350a>>. Acesso em julho/2023.

TCRP (Transit Cooperative Research Program). *Costs of Sprawl - 2000*. Report 74. Washington, DC: National Academy Press, 2002. 606 p.

WIRTH, Louis. O urbanismo como modo de vida. Tradução de Marina Corrêa Treuherz. In: VELHO, Otávio Guilherme. (Org.). *O fenômeno urbano*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1973. p. 90-113.

TEIXEIRA, Leisy Mikaelly Alves; MACHADO, Susan Cariny Carvalho; TEDESCO, Giovanna Megumi Ishida. *Identificação de eixos estruturantes para o planejamento de redes de transporte rodoviário de passageiros*. In: Anais do XXVII ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2013, Belém. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2013. Rio de Janeiro: ANPET, 2013.

TELLA, Guillermo; MUÑOZ, Martín. Densificar a região metropolitana: Estratégias e ações para uma cidade mais compacta e eficiente. [online]. Archdaily Brasil. 01 de julho de 2016. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/790621/densificar-a-regiao-metropolitana-estrategias-e-acoes-para-uma-cidade-mais-compacta-e-eficiente-guillermo-tella-e-martin-munoz>>. Acesso em: agosto, 2024.

GOIÁS e UFG – Governo de Goiás; Universidade Federal de Goiás. *Diagnóstico do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia*. Goiânia, out. 2017.

SGG e UFG – Secretaria-Geral de Governo e Universidade Federal de Goiás. *Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia – PDUIRMG*. Subsecretaria das Políticas para as Cidades e Transporte. Goiânia, 2024.

UHLMANN, Günter Wilhelm. *Teoria geral dos sistemas: do atomismo ao sistemismo* (uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria). Disciplina Tecnologias da Comunicação na Sociedade Contemporânea da Universidade de São Paulo. Instituto Siegen: São Paulo, 2002. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/109133/mod_resource/content/1/Teoria%20Geral%20dos%20Sistemas.pdf>. Acesso em: julho, 2023.

URBS CURITIBA – Urbanização de Curitiba S.A.. *Características da RIT* [online]. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte/18>>. Acesso em: julho/2023.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. *Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência*. 11 ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2018. 272 p.

VERBURG, Peter IL; KOK, Kasper; KONING, Free; SOEPBOER, Weimoed; VELDKAMP, Tom. CLUE: an integrated, GIS-based model to simulate the dynamics of land use in developing countries. Department of Environmental Sciences. Wageningen University, 2000.

VIEIRA, Rafael Campos; COTRIN, Décio; KIRSCH, Heitor. *Análise sistêmica: uma ferramenta para estudos ambientais*. ISSS Brasil – International Society for the Systems Sciences [online]: novembro, 2013. Disponível em: <http://issbrasil.usp.br/artigos/tcms_13.pdf>. Acesso em: junho/2023.

VIEIRA, Bianca Carvalho; MARTINS, Tiago Damas. *Modelos em geografia física: conceitos e aplicações na previsão de escorregamentos*. Revista Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 194-206, 2016.

VILELA JÚNIOR, Guanis de Barros. *Estatística: Teste Z (ou Escore Padronizado)*. Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida – CPAQV. 2012. Disponível em: <http://www.cpaqv.org/estatistica/teste_z.pdf>. Acesso em: julho, 2022.

WEISS, Raquel. *A dinâmica urbana: da compreensão à construção de um modelo de identificação dos padrões de crescimento urbano por meio das métricas espaciais da paisagem - O caso do distrito da lagoa da conceição*. 2016. 311 p. Tese de Doutorado

(Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis.

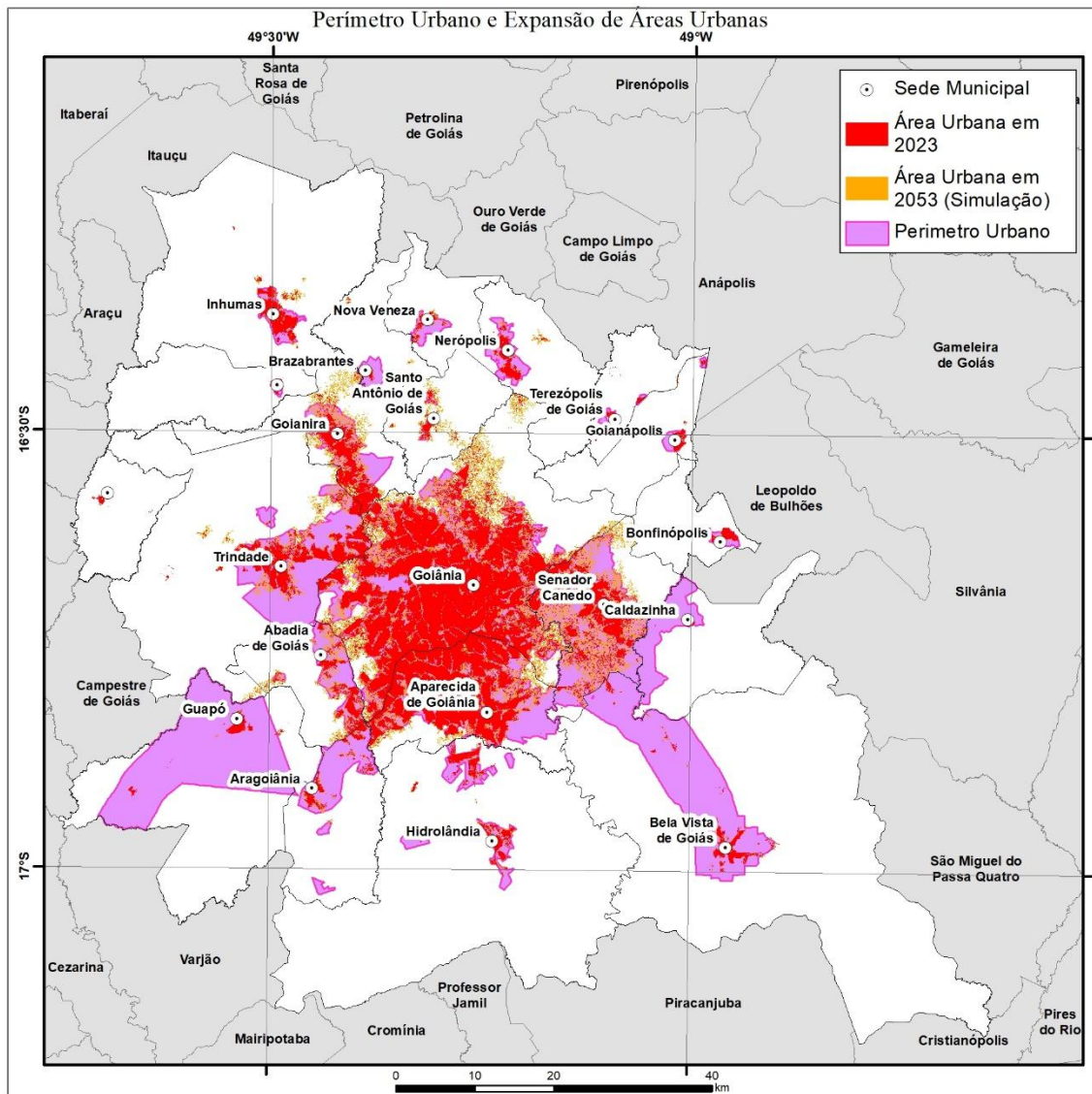
WRI BRASIL. Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS). [online]. Disponível em: < <https://www.wribrasil.org.br/projetos/desenvolvimento-orientado-ao-transporte-sustentavel-dots>>. Acesso em: agosto, 2024.

XAVIER, Twane; QUINTINO, Diego; MIRANDA, Livia; BITOUN, Jan. Urbanização difusa e dispersa: influência das malhas rodoviárias nas regiões geográficas intermediárias de Pernambuco e da Paraíba – do Litoral ao Agreste. In: MOURA, Rosa; FREITAS-FIRKOWSKI, Olga Lúcia Castreghini de. (Org). *Espaços Metropolitanos: processos, configurações, metodologias e perspectivas emergentes*. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2021. 408-433 p.

ANEXOS

ANEXO I

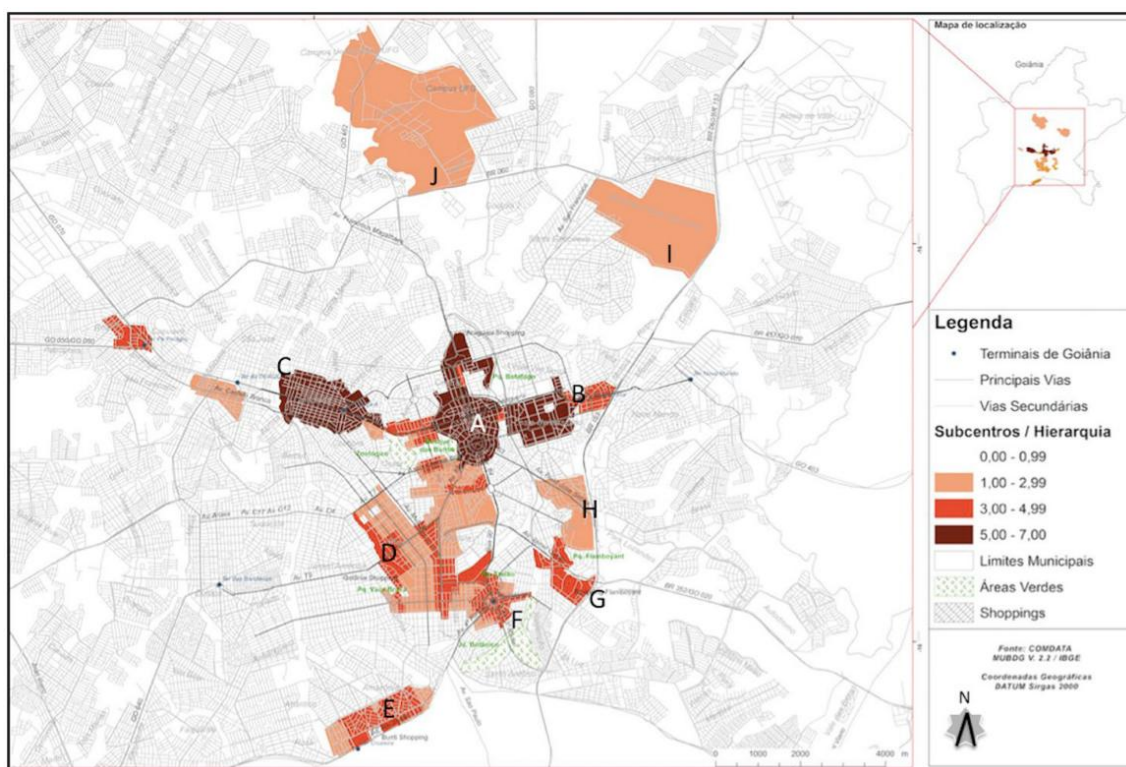
Mapa do Perímetro Urbano dos Municípios e Cenário de Expansão Urbana – Produto do Relatório do Macrozoneamento da Região Metropolitana de Goiânia



Fonte: SGG e UFG – Secretaria-Geral de Governo e Universidade Federal de Goiás. *Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Goiânia – PDUIRMG*. Subsecretaria das Políticas para as Cidades e Transporte. Goiânia, 2024.

ANEXO II

Mapa de Centralidades em Goiânia: aplicação do método dos especialistas



Fonte: KNEIB, Erika Cristine. Centralidades urbanas e sistemas de transporte público em Goiânia, Goiás. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. 8(3), set./dez., 2016, p. 306-317