



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JAILA RAIANE BARBOSA DE SOUZA

**Modelagem cartográfica de áreas verdes urbanas: uma análise
para a delimitação de potenciais corredores ecológicos na Bacia
Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, Goiânia - GO**

GOIÂNIA

2022



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

Jaila Raiane Barbosa de Souza

3. Título do trabalho

Modelagem cartográfica de áreas verdes urbanas: uma análise para a delimitação de potenciais corredores ecológicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns, Goiânia GO

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(a) autor(a) e ao(a) 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 **Jaila Raiane Barbosa De Souza, Discente**, em 22/12/2022, às 19:12, 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 **Fabrizia Gioppo Nunes, Professora do Magistério Superior**, em 12/01/2023, às 14:58, 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_externo=0, informando o código verificador **3417259** e o código CRC **00912E1A**.

JAILA RAIANE BARBOSA DE SOUZA

**Modelagem cartográfica de áreas verdes urbanas: uma análise
para a delimitação de potenciais corredores ecológicos na Bacia
Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, Goiânia - GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Natureza e produção do espaço.
Linha de Pesquisa: Análise ambiental e tratamento da informação geográfica.

Orientadora: Profa. Dra. Fabrizia Gioppo Nunes

GOIÂNIA

2022

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

Souza, Jaila Raiane Barbosa de
Modelagem cartográfica de áreas verdes urbanas: uma análise para a delimitação de potenciais corredores ecológicos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, Goiânia - GO [manuscrito] / Jaila Raiane Barbosa de Souza. - 2022.
84 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Fabrizia Gioppo Nunes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2022.

Bibliografia.
Inclui mapas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Corredores Ecológicos. 2. Vegetação. 3. Áreas Urbanas. 4. Mapeamento. I. Nunes, Fabrizia Gioppo, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 95 da sessão de Defesa de Dissertação de **Jaila Raiane Barbosa de Souza**, que confere o título de Mestra em **Geografia**, na área de concentração em Natureza e Produção do Espaço.

Aos quatorze dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e dois, a partir das 14:00 hora, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Modelagem cartográfica de áreas verdes urbanas: uma análise para a delimitação de potenciais corredores ecológicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns, Goiânia GO”**. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Fabrizia Gioppo Nunes (IESA/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Vandervilson Alves Carneiro (UEG), membro titular externo; Professora Doutora Karla Maria Silva de Faria (IESA/UFG), membro titular interno. 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 Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Fabrizia Gioppo Nunes, 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 quatorze dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Fabrizia Gioppo Nunes, Professora do Magistério Superior**, em 14/10/2022, às 16:40, 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 **VANDERVILSON ALVES CARNEIRO, Usuário Externo**, em 17/10/2022, às 12:26, 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 **Karla Maria Silva De Faria, Professora do Magistério Superior**, em 21/12/2022, às 11:33, 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 **3252663** e o código CRC **134B676C**.

AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Fabrizia Gioppo Nunes, pelas orientações, preocupações, dedicação e atenção e que foram extremamente necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

À minha mãe, meu pai e irmão, por sempre estar ao meu lado e pelo apoio incondicional.

Aos amigos e colega – Helci, Marcos, Lorena, Lana, Gisele - da trajetória acadêmica e do mestrado.

RESUMO

Com o incremento da população urbana em detrimento da população rural, os habitantes das cidades realizam diversas transformações neste meio, objetivando, elevar ao máximo seu conforto estrutural. Neste contexto, as áreas verdes urbanas são altamente impactadas e sua qualidade e quantidade são afetadas. Tendo como categoria de análise a paisagem, nesta dissertação, foi realizada a delimitação de áreas potenciais para implantação de corredores ecológicos com o auxílio dos seguintes elementos: uso e cobertura da terra, arruamento, hidrografia, declividade, fragmentos de vegetação e áreas protegidas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi o de modelar cartograficamente as continuidades e descontinuidades das áreas verdes urbanas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, de forma a avaliar na paisagem geográfica a configuração espacial de corredores ecológicos. Os procedimentos metodológicos adotados incluíram: processamento digital de imagens de satélite, elaboração e análise de dados geoespaciais, análise de métricas da paisagem e álgebra de mapas. As informações foram organizadas com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica - SIG e de dados obtidos de bases públicas como da Prefeitura de Goiânia, IBGE e Defesa Civil. Os resultados indicam alta fragmentação da vegetação na Bacia do Ribeirão Anicuns, onde dos 6504 fragmentos, 6260 têm o tamanho menor que 1 ha, representando polígonos muito pequenos. Entretanto, a bacia apresenta 7 grandes fragmentos de vegetação maiores que 40 ha, polígonos estes, que representam áreas interessantes para implantação de conexões com outros fragmentos próximos. Dos mapas temáticos gerados, pode-se verificar que devido a característica do uso agropecuário ainda presente na Região Oeste da bacia, esta foi a que apresentou o maior quantitativo de áreas favoráveis a implantação de corredor ecológico. O Parque Jardim Botânico devido ao seu grande remanescente de vegetação, a proximidade com outros parques e registros de desequilíbrios hidrológicos em sua proximidade, como pontos de inundações é identificado como área de conexão prioritária à implantação de corredores ecológicos, com intuito de revitalizar APPs e melhorar a qualidade ambiental.

Palavras-chave: Corredores Ecológicos, Vegetação, Áreas Urbanas; Mapeamento.

ABSTRACT

The increase of the urban population at the expense of the rural population, the inhabitants of the cities carry out several transformations in this environment, aiming to maximize their structural comfort. In this context, urban green areas are highly impacted and their quality and quantity are affected. This research aims to define potential areas for the implementation of ecological corridors with the help of the following elements: land use and cover, street layout, hydrography, slope, vegetation fragments and protection areas. Therefore, the aim of this study was to cartographically model the continuity and discontinuity of urban green areas of the Ribeirão Anicuns Watershed, in order to assess the spatial configuration of ecological corridors in the geographic landscape. The methodological procedures included satellite image data processing, geospatial data elaboration and analysis, landscape metrics, and map algebra. The data were prepared with the aid of the Geographic Information System - GIS and data obtained from government databases available such as Goiânia City Hall, IBGE and Civil Defense. The results of this research indicate high fragmentation of vegetation in the Ribeirão Anicuns watershed, where 6,260 out of 6,504 fragments are smaller than 1 ha, representing very small polygons. However, there are 7 large fragments (>40 ha) in the watershed that represents interesting area for the implementation of connections between nearby fragments. It is evident that the characteristic of agriculture and pasture uses, still prevalent in the western region of the watershed, has resulted in this area presenting the highest number of areas favorable to the implementation of an ecological corridor. The Jardim Botânico Park, characterized by its large remaining vegetation, the proximity to other parks, and recorded hydrological imbalances in its proximity, such as flood points, has been identified as a priority connection area for the implementation of ecological corridors. This action aims to revitalize APPs and improve environmental quality in the region.

Keywords: Ecological Corridors, Vegetation, Urban Areas; Mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	19
Figura 2: Esquema ilustrativo das etapas utilizadas na delimitação de bacia hidrográfica....	34
Figura 3: Procedimentos para a geração do mapa de uso e cobertura da terra.....	34
Figura 4: Procedimento de verificação da acurácia global aplicada no plug-in AcaTama..	38
Figura 5: Esquema de transformação dos dados de hidrográfica para classes de ponderação.....	40
Figura 6: Esquema de transformação dos dados da malha viária para classes de ponderação.....	41
Figura 7: Esquema de transformação dos dados de declividade para classes de ponderação.....	41
Figura 8: Esquema de transformação dos dados de uso da terra para classes de ponderação.....	42
Figura 9: Pesos atribuídos as camadas e obtenção do mapa da potencialidade de conectividade.....	42
Figura 10: Exemplo de seleção de área verde potencial para conectividade entre fragmentos de áreas verdes antes isolados.....	45
Figura 11: Mapa de regiões na Bacia do Ribeirão Anicuns.....	45
Figura 12: Esquema ilustrativo da divisão das áreas verdes por região.....	46
Figura 13: Mapa de parques, bosques, APA e APP da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	48
Figura 14: Cursos hídricos da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	49
Figura 15: Mapa de uso e cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	51
Figura 16: Mapa de arruamento da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	52
Figura 17: Malha viária da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	53
Figura 18: Mapa de declividade da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	54
Figura 19: Mapa de espacialização dos pontos de inundações e alagamentos presentes na Bacia do Ribeirão Anicuns.....	55
Figura 20: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e dimensão de suas áreas.....	57
Figura 21: Mapa de potencialidade a implantação de corredores ecológicos na Bacia do Ribeirão Anicuns.....	58
Figura 22: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos - Região Oeste da bacia.....	61

Figura 23: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos - Região Sudoeste da bacia.....	63
Figura 24: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos - Região Sul da bacia.....	65
Figura 25: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos – Região Centro da bacia.....	67
Figura 26: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com ilustração das conexões prioritárias e favoráveis para implantação de corredores ecológicos.....	68
Figura 27: Espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com ilustração das conexões favoráveis para implantação de corredores ecológicos.....	70
Figura 28: Espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com ilustração das conexões prioritárias para implantação de corredores ecológicos.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Contraste entre corredores ecológicos e conceitos relacionados.....	29
Quadro 2: Contrastes dos métodos usados para construir corredores ecológicos urbanos.....	32
Quadro 3: Chaves de interpretação adotadas, com amostras da classificação supervisionada – algoritmo Bhattacharya e imagem do Cbers 4A.....	36
Quadro 4: Comparação entre imagens: segmentação utilizada para classificação, imagem classificada sem correção e imagem classificada corrigida.....	37
Quadro 5: Pesos aplicados na álgebra de mapas.....	40
Quadro 6: Duplicatas nas quantidades de polígonos dos cenários.....	47
Quadro 7: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Oeste.....	61
Quadro 8: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Sudoeste.....	62
Quadro 9: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Sul.....	64
Quadro 10: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de <i>buffers</i> de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Centro.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulação das métricas de análise da ecologia da paisagem.....	44
Tabela 2: Áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns.....	50
Tabela 3: Porcentagem da declividade na Bacia do Anicuns.....	53
Tabela 4: Métricas da paisagem.....	56
Tabela 5: Área e número de fragmentos da vegetação presente na bacia do Ribeirão Anicuns.....	58
Tabela 6: Áreas e porcentagem das regiões estudadas na Bacia do Ribeirão Anicuns.....	59
Tabela 7: Áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns por região.....	59
Tabela 8: Extensão dos cursos hídricos e nascentes da Bacia do Ribeirão Anicuns por região.....	60

SUMÁRIO

Introdução.....	15
Objetivo geral.....	18
Objetivos específicos.....	18
1. Área de estudo	18
1.1 Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns	18
1.2 Bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns: condição urbano-ambiental	20
2. Fundamentação Teórica	22
2.1 Bacia hidrográfica como unidade de análise da paisagem.....	22
2.2 Água na cidade: fundos de vales e políticas de preservação	23
2.3 Áreas verdes urbanas: conceitos e importância	25
2.4 O verde urbano de Goiânia (UCs, parques, APPs etc)	27
2.5 Corredores ecológicos: conceitos e funções	29
3. Materiais e Métodos	33
3.1 Procedimentos técnicos para coleta e processamento das variáveis temáticas.....	33
3.2 Processamento digital de imagens (mapa de uso e cobertura da terra)	34
3.3 Acurácia global	38
3.4 Análise multicritério – álgebra de mapas para definição dos corredores ecológicos	39
3.4.1 Densidade de drenagem.....	40
3.4.2 Densidade da malha viária.....	40
3.4.3 Declividade	41
3.4.4 Uso da terra	41
3.4.5 Álgebra de mapas.....	42
3.5 Métricas da paisagem.....	43
3.6 Regiões da área de estudo.....	46
3.7 Fatores de subdivisão.....	46
3.8 Conexões prioritárias e favoráveis à implantação de corredores ecológicos.....	47
4. Resultados e Discussões	48
4.1 Elementos da paisagem	48

4.2 Fragmentação e métricas da paisagem.....	55
4.3 Determinação de áreas para potencialização dos corredores ecológicos.....	58
4.3.1 Região Oeste.....	60
4.3.2 Região Sudoeste.....	62
4.3.3 Região Sul.....	61
4.3.4 Região Centro.....	64
4.4 Conexões prioritárias e favoráveis à implantação de corredores ecológicos.....	68
4.4.1 Conexões favoráveis	69
4.4.2 Conexões prioritárias.....	70
5. Considerações Finais.....	73
6. Referências Bibliográficas.....	76

Introdução

Com o incremento da população urbana em detrimento da população rural, os habitantes das cidades realizam diversas transformações neste meio, objetivando, elevar ao máximo seu conforto estrutural. Deste modo, Santos (1997) já elucidava que as cidades estão se transformando, cada vez mais, em um meio artificial, fabricado com restos de uma natureza que é crescentemente encoberta pelas obras humanas. Essa afirmação, põe em evidência a relação dicotômica dos espaços urbanos, que sempre estão em constantes transformações. Neste sentido, o fator natureza “*transfigurada*” sempre está em discussão. Segundo Henrique (1986), ao tentarmos entender o processo histórico da incorporação da natureza à vida social, empreende-se uma busca pelas ideias e conceitos de natureza, possibilitando assim o regaste da transformação da natureza pelo homem.

Já é consenso, que a principal forma de ocupação dos espaços geográficos são as cidades, em seus diversos estágios de urbanização. Assim sendo, e de acordo com Buccheri e Nucci (2006), o crescimento contínuo das áreas urbanizadas vem provocando modificações na paisagem, com o conseqüente comprometimento da qualidade do meio físico. Esta, é um reflexo direto do padrão da cobertura da terra, pois a pressão sobre a vegetação urbana causa a diminuição e a descontinuação dos espaços verdes, principalmente dos corredores ecológicos no meio urbano. Para que esses espaços verdes possam exercer suas funções, na melhoria de ambientes urbanos e da preservação de espécies faunísticas e florísticas é importante, a conexão entre essas áreas, resultando em Corredores Ecológicos.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), na Lei 9.985/2000, considera como Corredores Ecológicos: as porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas [...]. (BRASIL, 2000). Segundo Forman (1995), os corredores ecológicos contribuem com a proteção da biodiversidade, ajudam no gerenciamento das águas, proporcionam oportunidades de recreação e, pode ajudar a controlar a erosão do solo, a melhoria da sensação térmica das áreas urbanas, abrigar a circulação da vida silvestre e criar rotas de dispersão.

É importante ressaltar que a referida Lei (9.985/2000), traz um novo significado aos parques e bosques urbanos brasileiro, assumindo estes a preservação da biodiversidade para o

bem coletivo, e atendendo também, a necessidade da contemplação e do bem-estar daqueles que o usufrui e/ou vivem em seus arredores.

No caso de Goiânia, o Plano Diretor da cidade, instituído pela Lei complementar nº171, de 29 de maio de 2007, em seu capítulo II, artigo VI, cria o Sistema Municipal de Unidades de Conservação (SMUC), de acordo com a previsão do Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG 2000), incluindo um Sistema Ambiental de Gerenciamento de parques e demais Unidades de Conservação (UC's). Nesse sentido, os subprogramas de áreas verdes têm como objetivo direcionar o processo de planejamento urbano, desenvolvimento e monitoramento dessas áreas da cidade.

Contudo, Goiânia, como na maioria das metrópoles brasileiras, encontra-se ainda pressionada pelo adensamento urbano e pela especulação do setor imobiliário. Neste cenário, suas áreas verdes urbanas sofrem com o adensamento populacional e crescimento da construção civil. Tais atividades, sem a implementação do planejamento urbano adequado tem provocado a degradação e redução de remanescentes florestais, e conseqüentemente, o comprometimento de suas funções ecossistêmicas.

Confrontar ou tratar esses dois universos dicotômicos, demanda uma nova aproximação: significa, sobretudo, buscar caminhos que unam o uso racional do solo às necessidades dos seres humanos, definir uma visão comum e propor soluções para seus entraves, propiciando a qualificação do ambiente biofísico e o conforto de seus usuários (RIBEIRO, 2010). Desta forma, a questão problema desta pesquisa busca averiguar até que ponto as áreas verdes urbanas do tipo: parques, bosques, Reservas Legais (RL), APPs de cursos d'água, entre outros espaços verdes, se configuram na paisagem, com conexões entre si, e que possam funcionar como corredores ecológicos? Assim, fundamenta-se a realização deste estudo tendo como área foco de análise a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns. A referida bacia, foi selecionada, por estar situada em uma das regiões mais urbanizada da cidade e que possui alguns dos principais parques e bosques de Goiânia.

Ademais, é importante destacar que os espaço urbano é objeto de estudo muito consolidado na geografia, assim como suas configurações, recortes e transformações. Como fenômenos da urbanização, pode-se observar, o nascer e o processo de crescimento de uma cidade. Estas são as duas formas mais concreta da realização deste processo, como afirmam Santos e Silva (2016). Logo, estudar a cidade apresenta-se como grande desafio já que, a sua existência está baseada em trocas e modificações feitas por seus habitantes e gestores.

Segundo Fernandes (2004), dentre os principais problemas existentes nas cidades, podem ser mencionados: os serviços públicos insuficientes, distribuição desigual de equipamentos urbanos e comunitários, falta de áreas verdes, padrões inadequados de uso da terra e qualidade técnica baixa das construções. Para Henrique (1986), o trabalho do homem é uma forma de fazer a natureza ser incorporada à vida social, configurando-se numa importante categoria na mediação entre sociedade e a natureza, sendo fundamental na produção da vida humana. Logo, a cidade como área de estudo revela a possibilidade de pensar o espaço urbano em várias abordagens e tendências, teórico-metodológicas, distintas (SANTOS e SILVA, 2016).

A abrangência para entender as relações das áreas verdes com o crescimento das cidades é fundamental para a compreensão das inteirações entre si. São diversos os estudos que tratam desta abordagem, tanto em cidades brasileiras, como de outros países (MACIEL e BARBOSA, 2015; CASTELNOU, 2006; CONTRERAS, 2017). Entretanto, nesta pesquisa o holofote da análise será a cidade de Goiânia, que se apresenta como um espaço urbano que está em constante modificação. Assim, a realização deste estudo, ancora-se na relevância do tema, que busca a partir de técnicas da cartografia temática avaliar a configuração espacial das áreas verdes, em uma das principais bacias hidrográficas da cidade de Goiânia. Desse modo, acredita-se que importantes contribuições à nível local e de procedimentos técnicos/metodológicos, podem ser dadas ao planejamento urbano da cidade, em especial, para se pensar a bacia hidrográfica em análise.

Além disso, as áreas verdes urbanas estão presentes numa enorme variedade de situações: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); nos canteiros centrais; nas praças, parques, bosques, florestas e unidades de conservação (UC) urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificadas (MMA, 2012). Para Nucci e Presotto (2009), as funções das áreas verdes variam desde a beleza cênica incorporada ao cotidiano até a utilização como produção de alimentos à fauna local. Também estão presentes na recuperação do suporte natural da cidade, ou seja, às questões inerentes ao equilíbrio ambiental (NUCCI e PRESOTTO, 2009). Desta forma, estudos que visem avaliar as condições de existência, ou não, dos espaços verdes urbanos são de fundamental importância na melhoria da qualidade da vida urbana, justificando-se assim, a realização desta pesquisa.

Objetivo geral

Modelar cartograficamente as continuidades e descontinuidades das áreas verdes urbanas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, de forma a avaliar na paisagem geográfica a configuração espacial de corredores ecológicos.

Objetivos específicos

Para alcançar esta proposta, a presente pesquisa propõe como objetivos específicos:

- Evidenciar a relevância das interconexões dos parques, bosques, APPs de cursos d'água e de outras áreas verdes urbanas na configuração espacial de corredores ecológicos;
- Destacar e mapear os remanescentes das áreas verdes urbanas identificando os lineamentos de conectividades mais adequadas para a formação de corredores ecológicos e;
- Analisar a realidade potencial das áreas verdes na configuração de corredor ecológico, considerando os fatores físicos, humanos e ecológicos, para as continuidades e interligações.

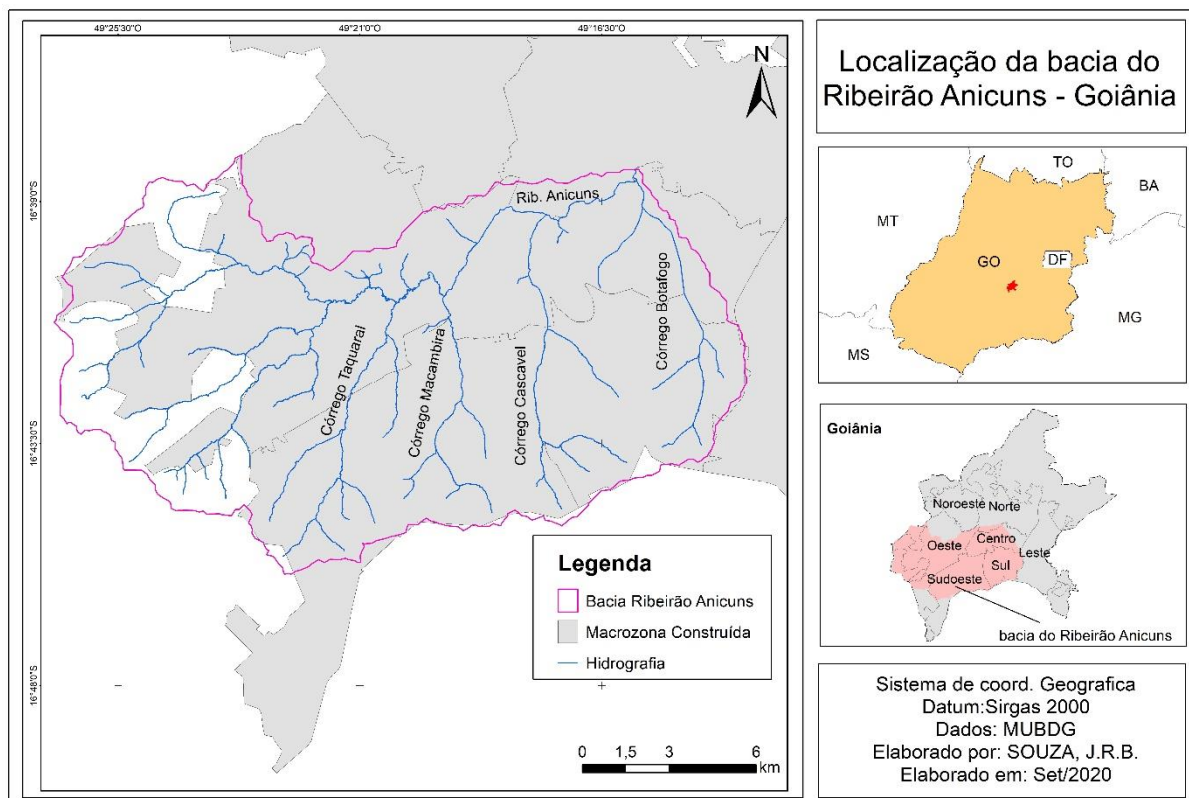
1. Área de estudo

1.1 Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns

Goiânia é a capital do estado de Goiás, e está localizada na região central do Brasil. O município possui atualmente uma área de 717 km² e estimativa populacional no ano de 2021 de acordo com Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE) de 1.555.626 habitantes, estando a maior parte situada na zona urbana (IBGE, 2021).

O Ribeirão Anicuns é uma das principais bacias hidrográficas do município. Nasce na divisa entre Goiânia e Trindade, com cerca de 24 km de extensão, e desagua pela margem direita no rio Meia Ponte. Os córregos Taquaral, Macambira, Cascavel e Botafogo são seus principais tributários. A bacia representa aproximadamente 30% da área do município, correspondendo a uma área de 221 km² (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo



Elaborado pela autora (2020).

Do médio ao baixo curso, o Ribeirão Anicuns atravessa áreas intensamente urbanizadas da região de Goiânia, com os córregos de suas principais subbacias, canalizados e retificados nas proximidades de sua confluência com o rio Meia Ponte. Já o alto curso tem predominância de uso agropecuário e alguns remanescentes florestais, com registros de expansão urbana, em alguns pontos, visivelmente definidos (NUNES, 2012).

A Bacia do Ribeirão Anicuns está inserida no bioma Cerrado, que apresenta como clima dominante o Tropical Quente Subúmido. Este tipo climático é caracterizado por apenas duas estações, uma seca e outra chuvosa, e devido a sua continentalidade o tempo pode ser muito variável (NIMER, 1989).

No que se refere às características físicas, é formada por rochas do Paleoproterozóico, representadas pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, por rochas do Mesoproterozóico, representadas pelo Grupo Araxá – Sul de Goiás e por Depósitos Aluvionares do Quaternário (BRITO, 2011).

Sua configuração de terreno possui geomorfologia contínua, com poucos morros e baixadas, apresentando formas planas na maior parte de seu território (RIBEIRO, 2017). A bacia possui majoritariamente declividades que constituem relevo plano a suave-ondulado

(NUNES, 2012) e com predomínio de solos do tipo Latossolo Vermelho (CAMPOS *et al.*, 2003).

Estima-se que 70% da população de Goiânia está inserida nessa bacia (IBGE, 2010), que está localizada nas regiões: central, sul, oeste e sudoeste do município, regiões estas que são densamente habitadas e com intensas edificações. Maior parte da bacia está ocupada por área urbana e maior parte das APPs estão desvegetadas, como é o caso do Córrego Botafogo, atualmente canalizado e margeado por uma via pavimentada (RIBEIRO, 2017).

1.2 Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns: condição urbano-ambiental

Os ares de progresso da década de 1930, e programas como Marcha para o Oeste, em função do estímulo à produção agrícola no estado de Goiás, em especial oriunda da colonização empreendida pelo governo Federal no território goiano, culminou-se na construção de uma nova capital, Goiânia (PÁDUA, 2007). Desta forma, a nova capital, como relata Arrais (2013) resultou em uma cidade compreendida, em seu formato, como moderna, mas fincada em território tradicionalmente agropastoril.

No decorrer da década de 1950, Goiânia, teve uma mudança significativa com a gestão de Pedro Ludovico Teixeira. Este período é marcado pelo início da intervenção do setor imobiliário no parcelamento da cidade, priorizando as leis do mercado imobiliário, fato esse que revela a fragilidade política e da técnica do planejamento da cidade (PÁDUA, 2007). A esse ponto a cidade planejada que havia sido Goiânia, em seu projeto original, começa a expandir principalmente por decisões políticas. Com isso podemos afirmar que essa expansão foi desigual, resultando na alta valorização do lote urbano que culminou na alocação de áreas periféricas, longe da parte central da cidade, para as classes menos favorecidas (ARRAIS, 2013).

Adicionalmente, a partir da década de 1970, a população começa cada vez mais a aglomerar-se nas cidades, buscando melhores oportunidades de trabalho e sobrevivência. O êxodo rural contribuiu para o adensamento da população nas grandes cidades brasileiras, as quais não estavam preparadas para receberem essa gama de habitantes. Para Goiânia, em diversas fases, o seu crescimento esteve orientado por Planos Diretores (MOYSÉS e SANTOS, 2009). Entretanto, após anos de existência, seu espaço urbano tornou-se uma cidade com

inúmeras áreas de risco e ocupações irregulares. Segundo Sousa *et al.* (2010, p.1), “com o passar do tempo, a cidade foi crescendo, e se tornou um lugar complexo para os seus administradores”.

Nos anos 2000, o Parque Linear Macambira-Anicuns / PUAMA – (Programa Urbano Ambiental Macambira-Anicuns) apresenta-se como uma nova meta de transformações paisagística na área do Anicuns que remetem a conservação, preservação e conexões das áreas verdes da bacia. Para Moysés e Santos (2009), do ponto de vista ambiental, o projeto tem a proposta de recuperar as APPs dos fundos de vale do córrego Macambira e do Ribeirão Anicuns, entre a foz do Macambira e o Rio Meia Ponte, e a criação de unidades de conservação nas áreas de influência direta e indireta, tendo um total de mais de 3 milhões de metros quadrados de áreas a serem preservadas e recuperadas, o que representa mais da metade da área de abrangência do projeto.

Entretanto, com o intenso processo de urbanização, a Bacia do Anicuns ainda vem sofrendo significativas mudanças, tanto em quesitos do comportamento hidrodinâmico dos canais como em sérios problemas socioambientais (BRITO, 2011).

Ao avaliar a eficácia da legislação ambiental e situação das nascentes do Ribeirão Anicuns, Siqueira (2007), encontra cenários de ocupação em áreas de preservação permanente, erosões, despejos de lixo e esgoto na água, assim como problemas oriundos do parcelamento e ocupação da região.

Em seu estudo Ribeiro (2017), mostra a influência de alguns condicionantes na qualidade da água dessa bacia, onde a urbanização e as suas consequências, são as maiores delas, ficando evidente que despejos de lixo e esgotamento sanitário ilegais são alguns dos problemas enfrentados pelas áreas de preservação permanente.

2. Fundamentação teórica

2.1 Bacia hidrográfica como unidade de análise da paisagem

A bacia hidrográfica pode ser definida como “...área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água” (BOTELHO, 1999, p. 269).

Para Moragas (2005), a bacia hidrográfica pode ser compreendida como área drenada por uma rede de canais com influência de múltipla característica como: topográficas, litológicas, tectônicas, de vegetação, de uso e ocupação dos solos. Resultando, como o autor descreve, em um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, socioeconômicas e políticas.

Segundo Porto e Porto (2008), a bacia hidrográfica pode ser então considerada como um ente sistêmico, e é onde se realizam os balanços de entrada de fluxo de energia, proveniente, da chuva, bem como a saída de água e de materiais sedimentares através do exutório. Esta dinâmica, permite que sejam delineadas bacias e subbacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos.

De acordo Moragas (2005), a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa, planejamento e gestão está ganhando espaço nos segmentos científicos e sociopolíticos. Consequência, do reflexo da mudança de paradigma, que anteriormente, era setorial e fragmentada, passando para uma abordagem multitemática e integrada (MORAGAS, 2005).

Para Pires *et al.* (2002), alguns dos pontos que transforma a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento da paisagem mais eficaz é, a factibilidade de aplicar uma abordagem, em âmbito local, que seja compatível com o desenvolvimento econômico e social e a proteção dos ecossistemas. Assim como, pode-se democratizar, as tomadas de decisões com o envolvimento de representantes das entidades locais e de seus múltiplos usuários.

Em termo de ocupação histórica, o adensamento da população mundial aconteceu inicialmente próximos aos recursos hídricos, logo esse adensamento, resultou em retiradas da vegetação original e mudanças de cobertura da terra. Consequentemente, o sistema hidrológico sofre instabilidade, com a diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Desta forma, no próximo tópico, será destacada as normativas legais que estabelecem as áreas de planícies de inundação e fundo de vales, como áreas a serem preservadas à garantia da segurança e qualidade ambiental.

2.2. Água na cidade: fundos de vales e políticas de preservação

Goiânia, assim como outras cidades brasileiras enfrenta desafios para o gerenciamento da água, especialmente, de superfície. De acordo com Batista *et al.* (2005), as interações humanas com os cursos de água, acarreta uma serie de impactos, que resultam no aumento do pico de vazões cheias, logo, em um quadro de urbanização crescente, a rede de drenagem tornam se obsoletas.

Segundo Tucci (2005), a maioria destes problemas é consequência de uma visão distorcida do controle das águas pluviais por parte da comunidade e profissionais, que ainda priorizam projetos localizados, sem uma visão da bacia e dos aspectos sociais e institucionais das cidades. Para o enfrentamento deste problema é necessário buscar um novo conhecimento e consenso social, partindo da busca por compreender as complexas interações entre os processos econômicos, políticos, biológicos e geográficos e adotar de valores éticos e solidários na base das relações sociais e para com a natureza (SCALISE, 2001).

O Plano Diretor de Goiânia, aprovado em 2022, traz o mesmo texto e as mesmas áreas instituídas como área de proteção permanente que o Código Florestal, na subseção I, artigo 143 – VIII. Através das leis estabelecidas no Plano Diretor, o crescimento urbano, a sua noção de sustentabilidade e as formas de ocupação e uso da terra próximo às áreas de fundo de vale devem ser direcionados (BARBOSA e JUNIOR, 2008). Assim, o referido documento, na subseção IV, do programa de gerenciamento de riscos e controle da poluição ambiental, artigo 17, cita as áreas de várzea ou planície de inundação de acordo com a transcrição a seguir,

Art. 17º O programa de Gerenciamento de Riscos e Controle da Poluição contempla a adoção de medidas de controle, monitoramento e fiscalização das várias formas de risco ambiental e poluição, visando a garantia da segurança e qualidade ambiental. Descrito como forma da implantação do programa por meio de subprograma de gerenciamento dos riscos ambientais por meio das ações de:

a) delimitar a várzea ou planície de inundação dos cursos d'água existentes na Macrozona Construídas, visando garantir a proteção dos recursos hídricos, a estabilidade geotécnica, a segurança da ocupação do solo e a prevenção de desastres no Município; b) identificar, classificar e implantar um cadastro georreferenciado, com atualização continua, das áreas de riscos geológicos; c) promover medidas de controle, monitoramento, recuperação das áreas de riscos ambientais que possuam restrição integral à ocupação.

O Código Florestal Brasileiro de 2012, traz a definição de várzea de inundação ou planície de inundação como áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas e faixa de passagem de inundação como área de várzea ou planície de inundação

adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente. Assim como pode ser considerada APP conforme:

Art. 6º consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha; II - proteger as restingas ou veredas; III - proteger várzeas; IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção; V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico; VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias; VII - assegurar condições de bem-estar público; VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares. IX – proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional. (Incluído pela Medida Provisória nº 571, de 2012). IX - Proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.

As áreas de várzeas, antigamente, faziam o controle natural dessa água em picos de vazão, pois o solo ribeirinho estava naturalmente preparado para ser inundado em épocas de cheias, absorvendo boa parte da água que transbordava. Atualmente em área urbana, essas várzeas se encontram ocupadas, seja por habitações, recreação, uso agrícola, comercial ou industrial (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Segundo Tucci (2007) a inundação acontece quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros.

As inundações localizadas podem ser provocadas por estrangulamento da seção do rio devido a aterros e pilares de pontes, estradas, aterros para aproveitamento da área, assoreamento do leito do rio e lixo; remanso devido a macrodrenagem; erros de execução e projeto de drenagem de rodovias e avenidas, entre outros (TUCCI, 2007).

Os riscos de inundação e a deterioração da qualidade da água nos rios, próximos às cidades, são evidentes na contaminação de mananciais superficiais e subterrâneas por resíduos de esgoto cloacal, pluvial e resíduos sólidos, inundações urbanas devido a ocupação, erosões e sedimentação e ocupação de áreas ribeirinhas (TUCCI, 2005). Para Scalise (2001), os riscos ambientais são a essência do modelo de desenvolvimento social e econômico da atualidade, onde os problemas ambientais denunciam desigualdades profundas no acesso das populações aos recursos naturais e boas condições ambientais.

Assim de acordo com Santos (2007), nas grandes cidades, boa parte da população, para viver, ocupa áreas como fundos de vales e encostas declivosas, espaços estes, sujeito a inúmeros riscos ambientais, principalmente os deslizamentos, alagamentos e as inundações associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados durante a estação chuvosa.

Para Perez (2013), os alagamentos são consequência da ineficiência da bacia dar vazão ao volume de água precipitada, neste sentido, quanto mais chuva, em menos tempo, maior o risco de alagamento, nas cidades. Para Medeiros (2013), os alagamentos têm como características o acúmulo momentâneo da água em determinados locais devido a falhas nas estruturas de drenagem em decorrência das chuvas em áreas urbanas.

2.3. Áreas verdes urbanas: conceitos e importância

As áreas verdes urbanas são consideradas como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades (MMA, 2012).

De acordo com Lima *et al.* (1994) e Cavalheiro e Del Picchia (1992), são consideradas áreas verdes, os espaços onde existem grupo de vegetais constituídos por árvores de grande porte, como exemplo as matas ou florestas encontradas em praças, jardins públicos, parques e bosques urbanos.

Essas áreas estão presentes numa enorme variedade de situações: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); nos canteiros centrais; nas praças, parques, florestas e unidades de conservação (UC) urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificadas (MMA, 2012). Alguns exemplos de áreas verdes urbanas são: as praças; parques urbanos; parques fluviais/lineares; parque balneário e esportivo; jardim botânico; jardim zoológico; alguns tipos de cemitérios; faixas de ligação entre áreas verdes (MMA, 2012).

As funções dessas áreas verdes variam da simples incorporação do verde e luz natural ao cotidiano até a utilização como produção de alimentos, ou a recuperação do suporte natural da cidade, ou seja, questões inerentes a um equilíbrio ambiental adequado das cidades (NUCCI e PRESOTTO, 2009).

Para Biondi e Lima Neto (2012), a praça é uma das áreas verdes mais acessíveis a população pois pode ter funções ecológicas, estéticas e sociais em qualquer escala. Martins *et*

al. (2014) indicam que as praças enquanto espaço público, desempenham importantes funções no ambiente urbano, dentre elas, a integração da população e a melhoria da qualidade ambiental urbana. Já para Lima *et al.* (1994), a praça pode não ser considerada uma área verde caso não tenha vegetação e seja impermeabilizada. Porém, quando apresenta vegetação é considerada jardim, e como área verde sua função principal é a de lazer (LIMA *et al.*, 1994).

O SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), na Lei 9.985/2000, traz a descrição ao parque como tendo por objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Quando criado pela União é denominado Parque Nacional, pelo Estado como Parque Estadual e pelo Município como Parque Natural Municipal.

Conforme o Sistema Municipal de Unidades de Conservação e de Parques Urbanos de Goiânia (2003), os parques urbanos da cidade são definidos como o espaço territorial urbanizado com equipamentos sociais que permite atividades de lazer, cultura e educação e a preservação de áreas verdes com características naturais não necessariamente originais.

Neste sentido Lima *et al.* (1994), consideram os parques urbanos como sendo áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer. Bonduki e Ferreira (2006) descrevem os parques lineares, caracterizando-os como uma intervenção urbanística associada a rede hídrica, com objetivos de proteger ou recuperar os ecossistemas às margens dos cursos d'água; conectar áreas verdes e espaços livres de modo geral; controlar as enchentes e prover áreas verdes para o bem-estar e o lazer.

Desta forma, para Scalise (2002), projetar um parque linear ou corredor verde no entorno de córregos, onde os fundos de vale atualmente estão altamente impactados, é um projeto modesto, exequível e democrático. Por isso, o autor reforça a importância de:

1° Conectar o local com os bairros onde está inserido e oferecer conexões adicionais pela variedade de possíveis lugares de interesse: campos, escolas, bibliotecas, quadras, centros comerciais, esportivos, médico, cultural, de lazer, profissionalizante, exposições, feiras, serviços. 2° Segurança: experiência com policiais equipados, telefones, câmeras de segurança. Pela sua permeabilidade e continuidade da forma, o parque linear evita os perigos de isolamento e desconexões dos parques urbanos tradicionais. 3° Abrir o processo de criação do parque para ser fiscalizado por setores o mais amplo possível: autoridades, técnicos, usuários, vizinhança. (SCALISE, 2002, p.22).

Segundo Buchholz *et al.* (2016), os cemitérios podem ser considerados como componentes importantes da infraestrutura verde urbana. Os referidos autores indicam que

alguns estudos sobre grupos de espécies têm funções importantes de habitat de cemitérios e que esse tipo de uso da terra é claramente pouco estudado em comparação com parques, assim expõem em seu trabalho sobre riqueza biológica de um grande cemitério urbano em Berlim, na Alemanha (BUCHHOLZ *et al.*, 2016).

2.4. O verde urbano de Goiânia (UCs, parques, APPs, etc)

Quando se pensa no verde urbano de Goiânia é importante referir-se ao projeto de construção da cidade elaborado pelo engenheiro urbanista Armando de Godoy, em meados da década de 1930. O referido projeto baseou-se no modelo das “*Cidades-jardim*” inglesas, o que refletiu na criação de diversas áreas verdes pela cidade (STREGLIO e OLIVEIRA, 2011).

Porém, segundo Nucada e Barreira (2008), a cidade cresceu muito além do planejando e seu zoneamento foi reformulado. Na maior parte dos casos não existe o cuidado ou a consciência da adequação e do aproveitamento, total ou parcial, dos valores paisagísticos e ambientais existentes (BRASIL, 2004). Os mananciais que a priori seriam preservados foram inteiramente circundados por residências, comércios e indústrias, resultando em uma expansão urbana descontrolada, conseqüente da falta de rigor da legislação, monitoramento e da especulação imobiliária. Estes fatores, provocando danos aos cursos d’água inseridos no núcleo urbano, como problemas de saneamento básico, alagamentos, erosões, ocupação das áreas de vegetação ripária entre outros.

A maioria dos parques de Goiânia surgiu em áreas de interesse ambiental como por exemplo o Parque Flamboyant, que abriga a nascente do córrego Sumidouro e o Parque Jardim Botânico, que abriga a nascente do córrego Botafogo. Assim como afirmam Streglio e Oliveira (2011), é possível notar que a concepção dos parques urbanos da capital, foi feita em áreas de nascentes e margens de cursos d’água, o que implica não apenas na preservação da vegetação, mas também em uma outra justificativa para a existência destes parques, ou seja, a conservação dos recursos hídricos, algo pouco destacado.

De acordo com a Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA), Goiânia tem 191 parques e bosques, destes a maioria são apenas decretadas, e não devidamente efetivadas. Apesar dessa quantificação de parques ser descrita pela AMMA, esse número não é um consenso entre outras fontes disponíveis e sempre há algum tipo de divergência na quantidade. Tal déficit reflete a própria deficiência de atenção e estruturas destas áreas verdes. Nesse sentido Streglio e Oliveira (2011), mencionam que em algumas áreas verdes como o Bosque dos Buritis

e Parque Flamboyant, localizados em bairros nobres, é nítida a diferença de tratamento e infraestruturas, comparadas a outras áreas verdes, situadas em bairros periféricos

Ao todo Goiânia possui apenas 5 parques com plano de manejo¹, sendo eles: Parque Areião, Bosque dos Buritis, Parque Flamboyant, Jardim Botânico e Parque Vaca Brava, sendo todos inseridos na Bacia do Ribeirão Anicuns, segundo o relatório do conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás de 2013. Este dado põe em evidência que, apesar do grande número de parques e bosques distribuídos pela cidade, muitas dessas áreas ficam expostas à precariedade. Boa parcela não é utilizada com o fim paisagístico e/ou recreativo, algumas até mostram-se como problema de segurança ambiental e social à população que vive próxima a essas áreas.

Os autores Oliveira *et al.* (2019), abordam em seu artigo como o avanço da urbanização influenciou nos planos iniciais dos parques em sua origem em 1930, onde na década de 1950 o controle sobre o planejamento da cidade e a organização sucumbi aos interesses imobiliários. Assim, as áreas verdes e de preservação que deveriam ser protegidas, foram ocupadas, parceladas e/ou destinadas às obras públicas. Quanto mais populares forem os loteamentos, menores serão as chances de conservação de parcelas significativas de tais valores, pois os lotes pequenos exigem arruamentos mais densos para sua implementação e mais área do lote para a construção do edifício (BRASIL, 2004).

Para Moreira e Silva (2012), há uma simbologia comercial associada as áreas verdes de Goiânia, que são destinadas, como espaço público. Essas são relatadas pelas referidas autoras, como “uma característica de supervalorização imobiliária do lugar e não apenas pela qualidade ambiental”, o que resulta, em uma “*fetichização*” da natureza na cidade, pelo seu uso na mídia e por projetos políticos.

A autora Vieira (2020), ao analisar Goiânia no quesito espaços públicos de lazer, em relação as praças e parques, considera que é grande a distorção entre as diferentes regiões, sendo evidenciada a segregação social e territorial. Para o autor, estes espaços são localizados de forma desproporcional à população visando privilegiar interesses mercadológicos que não satisfazem o interesse coletivo.

No âmbito das áreas verdes, o Plano Diretor de 2022, traz a mudança do Sistema Municipal de Unidade de Conservação (SMUC) para Sistema Municipal de Unidades de

¹ Plano de Manejo é um documento técnico que estabelece o zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade, conforme descrito na Lei 9.985/2000.

Conservação e Áreas Verdes (SMUCAV). Tendo como objetivo, a caracterização e identificação das áreas verdes do município, assim como promover a gestão, os usos, a proteção da biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas que as constituem.

Como já mencionado no Plano Diretor de Goiânia atual, instituído pela Lei Complementar nº 349, de 04 de março de 2022, há indícios de mudanças na parte de áreas verdes e recursos hídricos. A proteção das áreas de APPs agora é equivalente ao que é visto no Código Florestal de 2012. No texto também é elencado a proteção das APPs e sua recuperação, agora, com mais evidência, em especial às dos mananciais de abastecimentos e dos parques. Contudo, um ponto evidente desse item, é a carência da identificação de algumas áreas de risco, ocupação irregular, contaminações, alagamentos e erosões, vinculados às áreas de APPs. Esses são problemas recorrentes a exemplo dos alagamentos na Marginal Botafogo, descartes de esgoto em rios como o Meia Ponte, dentre outros.

Para Barbosa e Junior (2008), não há como preservar o ambiente em condições desfavoráveis do ponto de vista econômico e social. Baseado nisso, as políticas do Plano Diretor deveriam ser materializadas concretamente e, não apenas, num discurso abstrato e muitas vezes, ideológico, fragmentado e fisiológico.

2.5. Corredores ecológicos: conceitos e funções

As terminologias de corredores ecológicos estão interligadas a alguns outros conceitos e significados, conforme ilustrado no Quadro 1. Neste, é possível observar também a fonte, foco e a aplicação de alguns desses conceitos.

Quadro 1: Contraste entre corredores ecológicos e conceitos relacionados.

Conceito	Significado	Fonte	Foco	Aplicação
Caminhos verdes (Greenways)	Paisagem linear que possui múltiplas funções como ecológica, cultural, recreativa e estéticas	1860s Boston Park	Paisagem recreativa, funções estéticas e otimização espacial	Planejamento da paisagem
Cinturão verde (Green belt)	Espaços verdes abertos localizados em áreas urbanas periféricas, usadas pelo segmento rural e urbano.	1890s Garden City	Limite urbano e expansão e função recreativa	Planejamento urbano
Corredor ecológico (Ecological corridor)	Paisagem linear ou em faixas com funções ecológicas, sociais, culturais e outras	1980 IUCN	Funções ecológicas, recreativas e estéticas e controle do crescimento do perímetro urbano	Proteção da natureza e planejamento ecológico
Rede ecológica/habitat	Paisagens reticulares constituído de manchas, corredores e reservas naturais	1980s Europe	Biodiversidade e conservação	Planejamento ecológico
Infraestrutura ecológica	Paisagens reticulares ou espaços abertos com serviços ecossistêmicos básicos pontuais, lineares e de superfícies	1984 MAB	Conservação e provisão de serviços ecossistêmicos	Planejamento ecológico

Fonte: traduzido de Peng *et al* (2017).

Para Peng *et al.* (2017), os caminhos verdes se referem originalmente a canais para residentes locais estarem perto da natureza. Para Nelson (1985), os cinturões verdes são os espaços abertos verdes fora da cidade estabelecidos para dividir áreas urbanas e rurais, focando na função de repressão da expansão urbana e providenciar áreas recreativas para residentes.

As terminologias **rede ecológica** ou **habitat** são oriundas do campo de proteção biológica, ambos os conceitos são definidos como paisagem semelhante a uma rede que tem “nós” ou áreas núcleos, zonas tampões e outras áreas de reservas naturais (YIN *et al.*, 2011). A construção de redes ecológicas regionais para valorizar a conectividade do habitat é considerada como um caminho efetivo para a proteção de habitat da vida silvestre e biodiversidade e a estrutura básica para manter a segurança ecológica regional (NIKOLAKAKI e DUNNETT, 2005).

A infraestrutura ecológica refere-se a um sistema de rede de alocação de recursos que inclui pontos, linhas, superfícies e rede de suporte para sistema de operação humana e sobrevivência durável. O conceito enfatiza a prioridade de proteção e visa manter a importância dos recursos ecológicos e estrutura, para garantir a sustentabilidade do fornecimento de serviços ecológicos regionais com garantias de segurança ecológica (BENEDICT e MCMAHON, 2002).

Já Peng *et al.* (2017), descreve corredores ecológicos como um tipo de paisagem com configuração linear com integração ecológica, social, cultural e outras funções conservacionistas. Ainda segundo o autor, o corredor ecológico foi originalmente proposto para conectar habitats isolados para estabelecer rotas de migração, com a função de alcançar a proposta de proteção da vida silvestre. O conceito de corredor ecológico foi usado pela IUCN em 1980 como estratégia de conservação global. A partir de então, o corredor ecológico começa a mudar de função singular de habitat para função multidirecional (PENG *et al.*, 2017).

Segundo Falcón (2007), a conexão entre as diferentes zonas verdes, entre estas e o espaço periurbano [...] formado por uma trama verde composta pela arborização viária, os parques lineares e as pequenas porções de jardins, realizam as funções de corredor entre os parques e jardins.

No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), apresenta um conceito tímido sobre corredores ecológicos, definindo-os como conectividade de “Unidades de Conservação” (UC), enquanto o conceito de “Corredores Ecológicos” já é usado pelo MMA,

pelo Ibama e pela *Conservation International* (CI), em uma concepção mais abrangente de gestão biorregional (BRITO, 2012).

Ainda segundo Brito (2012), os corredores ecológicos têm uma importância muito grande que é estabelecer conectividade entre áreas fragmentadas com áreas de entorno das unidades de conservação, uma vez que é possível expandir escalas para integrar várias áreas protegidas no âmbito do bioma.

Para Hilty *et al.* (2021), corredor ecológico é um espaço geográfico claramente definido que é administrado e manejado em um longo período com a finalidade de manter ou restaurar a conectividade ecológica de forma efetiva, alguns termos utilizados de forma similar são “conexões” “passagens seguras” “Área de conectividade ecológica” “zonas de conectividade ecológica” e “área de permeabilidade”.

Os sistemas de informações geográficas – SIGs, podem ser considerados como uma tecnologia fundamental para a decisão da alocação de corredores ecológicos, pois é capaz de integrar os fatores existentes na paisagem (MORETTI, 2011). Conforme Moretti (2011), as técnicas de geoprocessamento e análise espacial, utilizando imagens de satélite, tem sido explorada em diversos trabalhos, nos quais o objeto é a proposição de corredores ecológicos.

Pei *et al.* (2021), afirmam que o sensoriamento remoto e os SIGs são amplamente empregados nos estudos dos recursos naturais e do ambiente, fornecendo dados e metodologias de suporte essenciais. Assim, são diversos os exemplos de trabalhos que fazem uso das geotecnologias para estudos de corredores ecológicos.

Em seu trabalho Hong *et al.* (2017), avaliam a sensibilidade e controle do uso da terra nos corredores ecológicos de Shenzhen, na China, com a utilização de dados do solo, condições de habitat, riscos geológicos e distúrbios humanos em ambiente SIG. Já Vogt *et al.* (2007), utilizam um método para mapeamento automatizado de corredores com uso de processamento morfológico de imagens, e demonstra a abordagem comum mapa florestal derivado de imagens de satélite do norte da Eslováquia.

Assim como para Nobre e Bataghin (2021), as geotecnologias são importantes para caracterizar a arborização urbana e identificar possíveis conflitos e adequações no manejo com vista na implantação de corredores ecológicos urbanos, na cidade de Jaboticabal, em São Paulo.

Neste contexto, para sintetizar esta abordagem, apresenta-se o Quadro 2, que contém alguns dos principais métodos utilizados na análise e definição de áreas propícias a corredores

ecológicos. No quadro é possível visualizar as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos listados.

Quadro 2: Contrastes dos métodos usados para construir corredores ecológicos urbanos

Métodos	Conteúdo básico	Vantagens	Desvantagens
Julgamento Empírico	Baseado na experiência de analista para fazer decisões subjetivamente	Simples e claro e de fácil aplicabilidade	O número, largura e localização dos corredores são difíceis de serem determinados
Análise de Adequabilidade/ Sensibilidade	Selecionar indicadores representativos para avaliar a adequabilidade ou sensibilidade do corredor ecológico	Compensando a arbitrariedade da subjetividade do julgamento	A falta de sistema de índice de avaliação amplamente aceito com limiares incertos e pesos definidos subjetivamente
Análise de conexões	Considerando a paisagem como pontos, linhas e superfícies para selecionar métricas da paisagem para quantificar as conectividades	Simples e quantitativo forma de medida de acordo com as características dos corredores, evita a subjetividade	Apenas atributos das paisagens são considerados, falta de funções ecológicas, particularmente serviços ecossistêmicos.
Análise de resistência cumulativa mínima	Identificar o caminho resistência cumulativa mínima entre a fonte e o alvo como potenciais corredores ecológicos	Levando em consideração quesitos ecológicos e biológicos com alto operabilidade	Incertezas nos fatores de seleção e configuração do coeficiente de resistência.

Fonte: traduzido de Peng *et al.* (2017).

O método de julgamento empírico é baseado no conhecimento e experiência de um analista, pode representar um método rápido e de fácil aplicação, mas não contem métricas e dados específicos. Já na análise de adequabilidade é baseado em indicadores para avaliar o potencial para implantar corredores ecológicos, este já representa um método com indicadores mais bem definidos, mas os limiares de pesos são definidos subjetivamente.

No método de análise de conexões a paisagem é estudado como formas geométricas para ser possível quantificar as conectividades por métricas selecionadas, o ponto negativo do método por evitar a subjetividade é que apenas atributos da paisagem são considerados, representado assim funções ecológicas da paisagem em questão. Já a análise de resistência cumulativa mínima é um método baseado em movimentação da vida selvagem levando em consideração entre o ponto de saída e chegada para avaliar fatores dificultador de movimentação, o ponto positivo desse método é a alta consideração dos fatores ecológicos e biológicos, mas há subjetividade na decisão dos itens para definir o coeficiente de resistência dessa movimentação.

Nesta dissertação será utilizada o método de análise de conexões afim de identificar a fragmentação e os tamanhos das áreas verdes, assim como, a análise de adequabilidade/sensibilidade, onde são utilizados indicadores como declividade, uso da terra, rede de drenagem, malha viária e também pontos de inundação.

3. Materiais e métodos

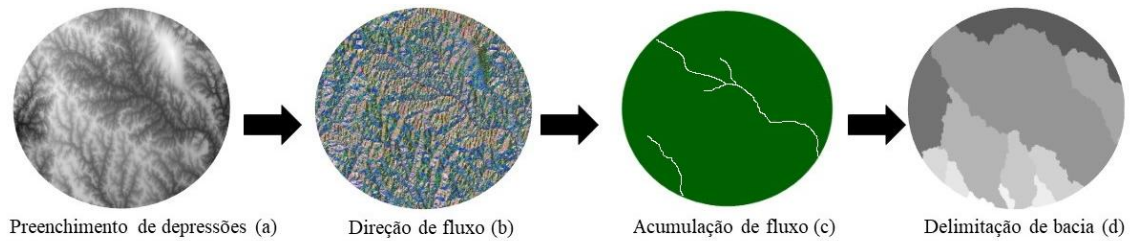
Nesta dissertação foi trabalhada a análise de conexões linear e fragmentação da vegetação na paisagem. Para tanto, adotou-se as técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informações Geográfica. De acordo com Farina (1998), essas técnicas, denominadas, geotecnologias têm permitido a análise integrada das características do ambiente por intermédio do gerenciamento de um banco de dados georreferenciado. Desta forma, e tendo como pilar metodológico desta dissertação a análise integrada da paisagem, de atributos biofísicos e sociais, a seguir é apresentado os procedimentos adotados na coleta e processamento de dados para a análise das conexões lineares e avaliação dos corredores ecológicos.

3.1 Procedimentos técnicos para coleta e processamento das variáveis temáticas

Os dados vetoriais utilizados em formato *shapefile* foram derivados de plataformas digitais públicas como as do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) e IBGE, além de vetores provenientes do Mapa Urbano Digital de Goiânia (MUBDG, 2016, versão 25), contendo as camadas de: limite municipal, limites de parques, bosques, APPs, APAs, hidrografia e malha viária.

Para o mapeamento das características morfométricas da bacia foi utilizado o Modelo Digital de Terreno (MDT), do Mapa Urbano Digital de Goiânia (MUBDG versão 25 de 2016), com 5 metros de resolução espacial. O primeiro dado derivado do MDT foi a delimitação da Bacia do Ribeirão Anicuns, utilizando a metodologia descrita por Dias *et al.* (2004). A mesma compreende nas etapas de (a) preenchimento de depressões, (b) direção de fluxo e (c) fluxo acumulado, sendo gerados como dados secundários e como resultado final do processamento, o limite da bacia, ilustrado na Figura 2. Ainda com a utilização do MDT foi gerada a carta de declividade da bacia, a partir do fatiamento de classes, em porcentagem.

Figura 2: Esquema ilustrativo das etapas utilizadas na delimitação de bacia hidrográfica



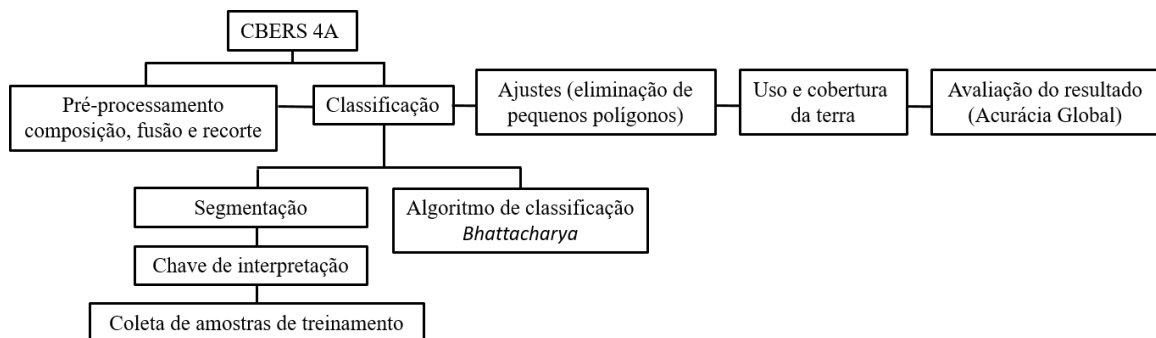
Elabora pela autora.

Fonte: Adaptado de Dias *et al.* (2004).

3.2. Processamento digital de imagens (mapa de uso e cobertura da terra)

O mapeamento de uso e cobertura da terra foi realizado por uma série de procedimentos, via processamento digital de imagens, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Procedimentos para a geração do mapa de uso e cobertura da terra



Elaborado pela autora (2021).

A imagem orbital utilizada foi oriunda do programa espacial *China-Brazil Earth Resources Satellite* - CBERS, versão 4A. A cena utilizada foi a órbita 208 - ponto 134, onde está inserida a área de estudo. A CBERS 4A é obtida do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A cena utilizada foi do mês de agosto de 2020, durante a estação seca, para evitar a presença de nuvens. Foi utilizado o sensor WPM. Seu objetivo é fornecer imagens com resolução panorâmica de 2m e resolução multiespectral de 8m simultaneamente na órbita do satélite (INPE, 2019). Devido a resolução espacial da banda pancromática alcançar 2 metros, as imagens do CBERS 4A mostram-se como um importante instrumento para mapeamentos, em escala de detalhe, em áreas urbanas.

A composição RGB foi feita com as bandas multiespectrais 1,2,3 e em seguida fusionada com a banda pancromática de 2 metros, por meio do ferramental *create pan*

sharpened raster dataset do software ArcGis, para a obtenção de uma imagem colorida com resolução espacial de 2 metros.

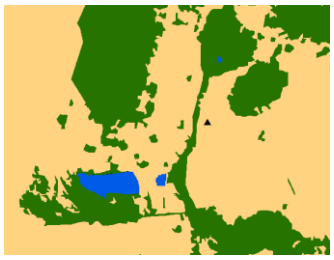

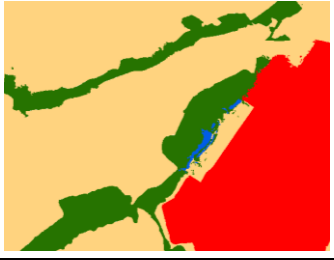




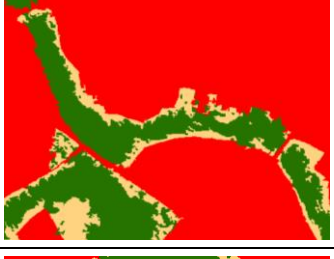

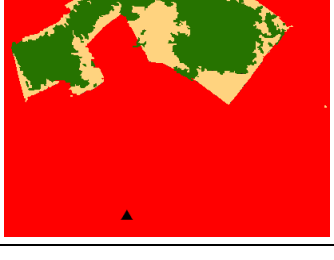

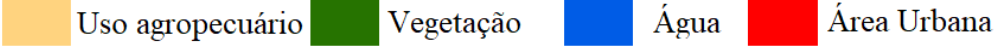
Em sequência, a imagem fusionada foi segmentada e classificada no *software* livre SPRING 5.5.6, do INPE. A segmentação é o primeiro passo para uma classificação supervisionada. Para esse processamento foi utilizada a imagem recortada para a área de estudo e a segmentação por região com similaridade de 30 e área de *pixel* de 15. Na abordagem por crescimento de regiões, o interesse do algoritmo são os *pixels* interiores de regiões homogêneas definidas por um determinado critério de similaridade, ou seja, de proximidade radiométrica (VENTURIERI e SANTOS, 2005).

A classificação de imagens de satélites é um processo de rotular *pixels* a uma classe temática. A comparação de um *pixel* a outro *pixel*, torna-se possível ao agrupar as reflectâncias espectrais em classes mais ou menos homogêneas (SANTOS *et al.*, 2010). A classificação supervisionada associa o dado espectral, obtido por um sensor, com classes de uso e cobertura da terra, identificadas por um analista. Essas, são amostras dos atributos espectrais e que fornecem regiões de treinamento, dos parâmetros necessários ao classificador (CAMPOS *et al.*, 2016).

O classificador utilizado foi o algoritmo de classificação *Bhattacharya*. O mesmo é um classificador supervisionado e requer amostras de treinamentos, podendo usar regiões separadas durante o processo de segmentação ou polígonos representativos de amostras que serão classificadas. Este algoritmo de classificação utiliza as amostras para estimar a função densidade de probabilidade das classes apontadas no treinamento (SANTOS *et al.*, 2010).

As classes utilizadas foram: (a) **área urbana** onde está inserida a estrutura urbana, incluindo loteamentos construídos, lotes vazios, áreas livres com baixo ou nenhum porte florestal e outros; (b) **uso agropecuário** em que estão incluídos os usos agropecuários como agricultura, pecuária, horticultura, silvicultura e também espaços vazios com característica de gramínea não nativa com área sem porte florestal, com possíveis ocorrência de uso misto, com residências, pequenas áreas agrícolas ou de lazer e; (c) **vegetação** caracterizada por áreas com porte florestal ou não, e com padrão de espaços não utilizados para usos agropecuário. Foi adicionada também a classe água para classificar corpos d'água como rios, reservatórios e lagos. As chaves interpretativas das classes e seus critérios de definição, podem ser observados no Quadro 3.

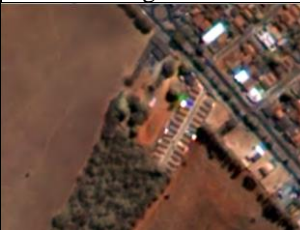

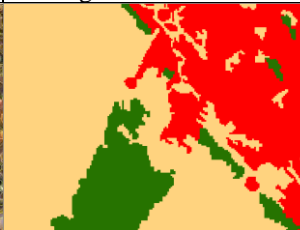







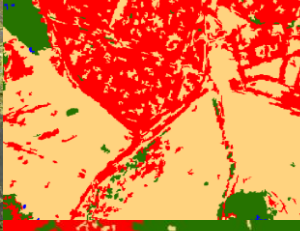

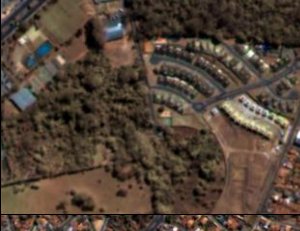

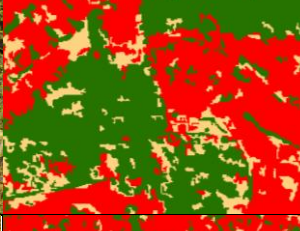



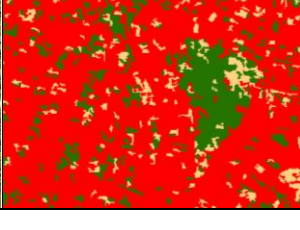
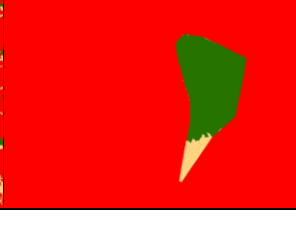
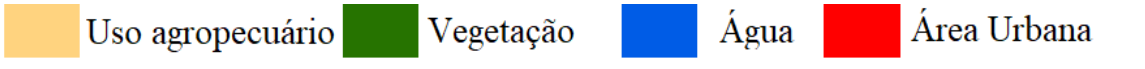
Quadro 3: Chaves de interpretação adotadas, com amostras da classificação supervisionada – algoritmo *Bhattacharya* e imagem do CBERS 4A

		Área de uso agropecuário, principalmente com característica de pecuária com presença de vegetação e represa.
		Área de uso agropecuário, principalmente com característica de pecuária e silvicultura com presença de vegetação e represa e transição para área urbanizada.
		Área com avanço da malha urbana correspondendo ao processo de edificação em crescimento. Com presença de áreas de vegetação e grandes áreas abertas sem uso definido.
		Área com avanço da malha urbana correspondendo ao processo de edificação em crescimento. Com presença de áreas de vegetação e grandes áreas abertas sem uso definido.
		Área urbana consolidada com presença de áreas de vegetação que correspondem a áreas de proteção permanente.
		Área urbana consolidada com presença de residências em crescimento e com presença de áreas de vegetação de APPs de cursos d' água.
		

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Após a execução do algoritmo de classificação foi realizado o ajuste da imagem classificada com a eliminação de pequenos polígonos de classes, ou seja, de ruídos gerados no próprio processo de classificação automática. O Quadro 4 representa alguns exemplos de recortes da imagem, referentes, a algumas áreas mapeadas: a imagem de satélite utilizada, a segmentação dessa imagem, seguida da imagem classificada e da classificação após ser corrigida, ou seja, da eliminação de pequenos polígonos.

Quadro 4: Comparação entre imagens: segmentação utilizada para classificação, imagem classificada sem correção e imagem classificada corrigida

Imagem	Imagem segmentada	Imagem classificada	Classificação corrigida
			
			
			
			
			
			

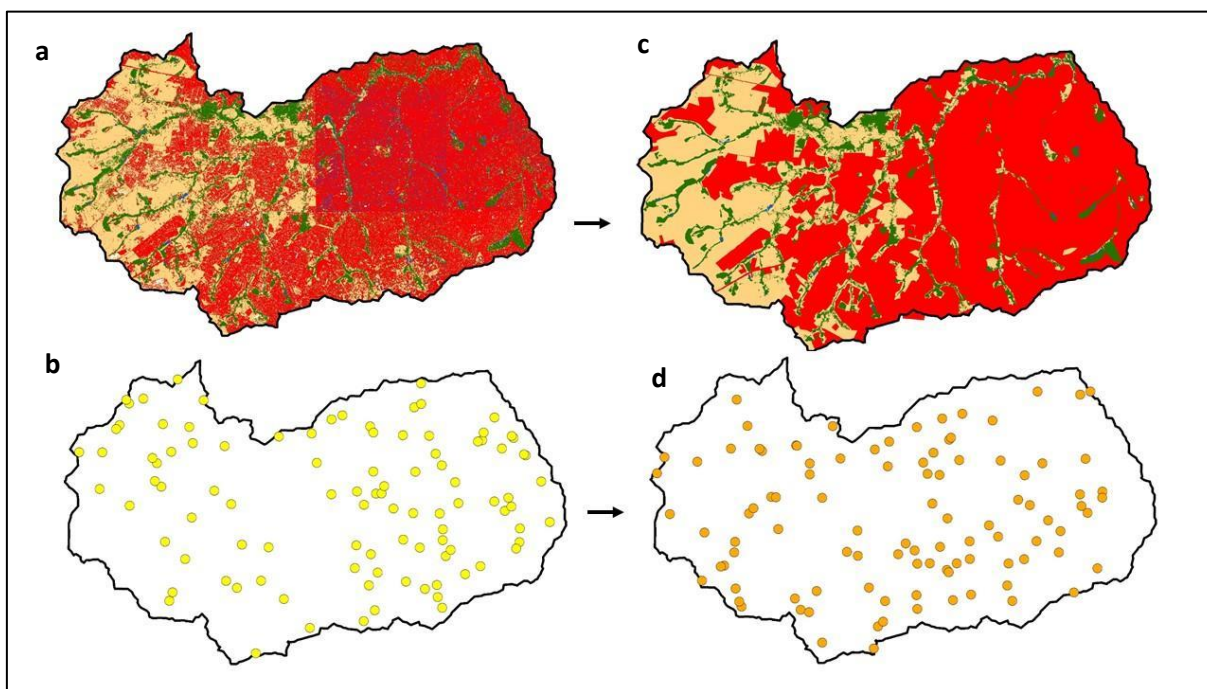
Fonte: elaborado pela autora (2021).

3.3 Acurácia global

Para Bolfe *et al.* (2003), ao trabalhar com mapas e informações provenientes de imagens de satélite é importante, avaliar a precisão da classificação digital dos temas abordados. De acordo com Story e Congalton (1986), a forma mais comum de estimar a acurácia é pelo estabelecimento de porcentagem de área que foi corretamente mapeada, quando comparadas, com um dado de referência ou uma “verdade de campo”.

O AcaTama (*Accuracy Assessment Of Thematic Maps*) é um *plug-in* do software Qgis para avaliação de acurácia de mapas temáticos (ACATAMA, 2019). Por meio desta extensão do Qgis, foram coletadas amostras referentes as classes mapeadas, que foram geradas por meio de uma nuvem de pontos aleatórios. Na nuvem de pontos foram utilizados 100 pontos de análise, conforme ilustrado na Figura 4. Desta forma, e levando em conta a predominância de cada classe, foram coletadas 50 amostras em áreas urbanas, 25 em áreas de atividades agropecuárias, 15 em áreas de vegetação e 10 em áreas de água. Posteriormente, foi verificado, se as amostras correspondiam com a classe à qual foi mapeada, a partir da comparação visual, com a imagem do CBERS 4A, somada aos conhecimentos prévios da analista (JANKO, 2019).

Figura 4: Procedimento de verificação da acurácia global aplicado no *plug-in* AcaTama



Classificação antes e após correção por inspeção visual e nuvens de pontos de validação do mapa de uso e cobertura da terra. (a) – classificação sem correção; (b) – nuvem de pontos aleatórios para verificação de acurácia da classificação sem correção; (c) – classificação com correção; (d) – nuvem de pontos aleatórios para verificação de acurácia da classificação com correção. Fonte: Autora (2022).

A Acurácia global para uma classificação é calculada a partir da divisão da soma de amostras da classificação correta pelo total de amostras coletadas (STORY e CONGALTON, 1986). A acurácia global do mapeamento logo após a classificação foi de 76,86%, correspondendo a classificação ilustrada na Figura 4.a. Após inspeção visual e análise da complexidade da área de estudo a acurácia global encontrada foi de 95,52%, correspondendo a classificação ilustrada na Figura 4.c. A Figura 4 (letras b e d) apresenta as nuvens de pontos das amostras aleatórias, que foram geradas, para a verificação da acurácia da classificação antes e após o processo de correção.

3.4 Análise multicritério – álgebra de mapas para definição dos corredores ecológicos

Para a delimitação das áreas prioritárias ao estabelecimento de corredores ecológicos foi utilizada a técnica de álgebra de mapas. Esta técnica objetiva cruzar informações na forma de mapas, onde cada *pixel* desses mapas corresponderá a um valor quantitativo, selecionado por meio de critérios lógicos para interpretar e resolver problemas espaciais (TOMLIN, 1990), sendo realizada em SIG.

O modelo metodológico seguiu a proposta de Camarinha *et al.* (2011), que utilizou a cartográfica de álgebra de mapas no reconhecimento de áreas prioritárias para o estabelecimento de corredores ecológicos. Também foi utilizada, como suporte de apoio, as técnicas de delimitação de corredores ecológicos via ferramentais do ArcGis, proposta por Louzada *et al.* (2010), entre outras, que ajudaram na demarcação das áreas prioritárias à corredores ecológicos. Como fontes secundárias, alguns dados e produtos cartográficos foram coletados junto a bases governamentais, como já descritos no item anterior.

Para Camarinha *et al.* (2011), os elementos da paisagem, a serem selecionados, são aqueles de maiores importâncias para o estabelecimento de um corredor ecológico, ou seja, os elementos que envolvem parâmetros que forneçam informações sobre as potencialidades e dificuldades impostas a implantação de linhas de conectividades como: o meio físico e atividades derivadas das ações antrópicas, conforme ilustrado no Quadro 5. No Quadro 5, também são apresentados os pesos adotados para cada variável, considerada na álgebra de mapas.

Quadro 5: Pesos aplicados na álgebra de mapas

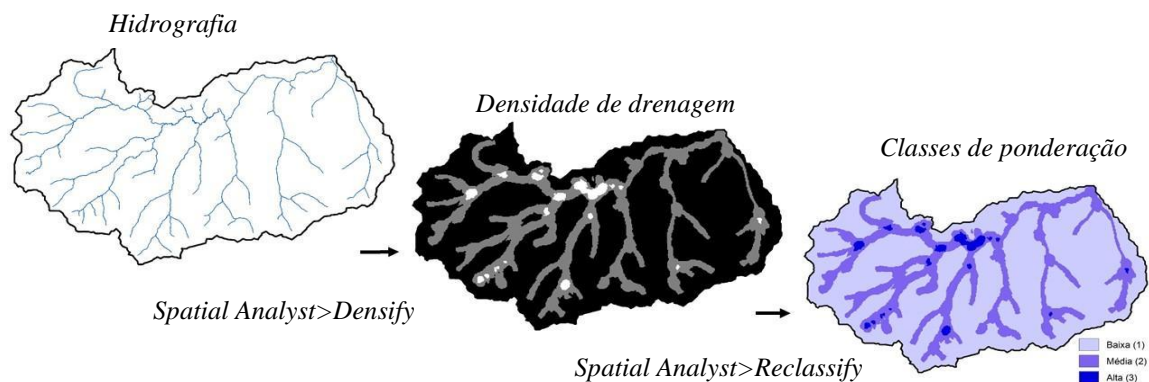
Densidade de drenagem	Peso	Densidade de malha viária	Peso	Declividade	Peso	Uso da terra	Peso
Baixa	1	Alta	1	Baixa (0-8)	1	Área urbana	1
Média	2	Média	2	Média (8-20)	2	Uso agropecuário	2
Alta	3	Baixa	3	Alta (20-75)	3	Vegetação+Água	3

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

3.4.1 Densidade de drenagem

Para a obtenção da densidade de drenagem, o *shape* de hidrografia do MUBDG 2016 foi reclassificado, considerando densidades de drenagem variando entre alta com valor = 3 a baixa com valor = 1. As áreas com maior potencial hídrico corresponderam as mais adequadas ao estabelecimento dos corredores ecológicos, devido a característica dessas áreas com vegetação de APPs, serem áreas prioritárias para conservação. A Figura 5 representa o esquema de transformação dos dados hidrográficos para as classes de ponderação.

Figura 5: Esquema de transformação dos dados de hidrográfica para classes de ponderação

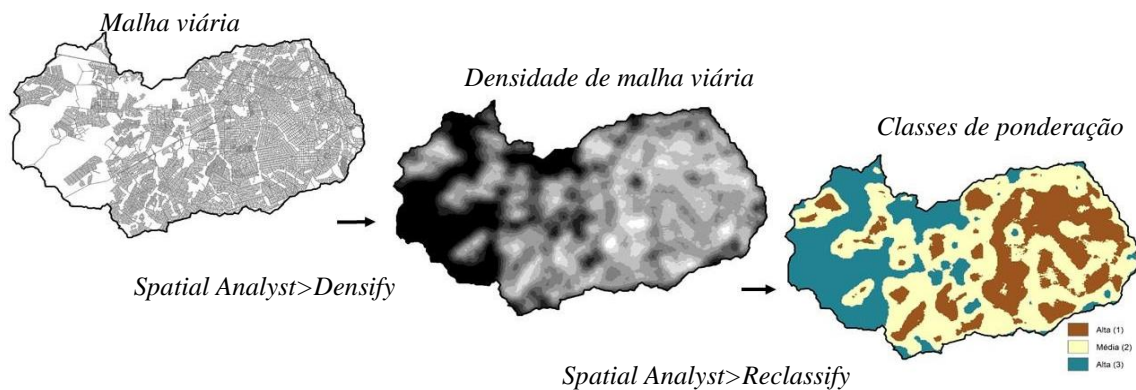


Elaborado pela autora (2021).

3.4.2 Densidade da malha viária

A densidade da malha viária foi gerada conforme o seu dado vetorial. Para tanto, a porção da bacia com maior densidade de ruas foi considerada, como o fator mais alto, na dificuldade de estabelecimento e conexão de corredores ecológicos. A Figura 6 representa o esquema de transformação dos dados da malha viária para as classes de ponderação.

Figura 6: Esquema de transformação dos dados da malha viária para classes de ponderação

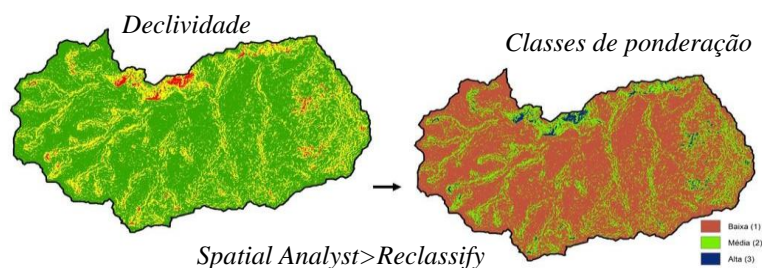


Elaborado pela autora (2021).

3.4.3 Declividade

Assim como exposto por Camarinha *et al.* (2011), o princípio a ser utilizado para a influência da declividade é o de “quanto pior, melhor”, pois as florestas não devem concorrer com outros tipos de uso da terra, que podem ser mais apropriados, pela morfologia do terreno, às atividades agrícolas ou à expansão urbana. Neste sentido, áreas planas seriam terras de alto interesse para expansão urbana e da agropecuária e áreas mais declivosas teriam a necessidade de cobertura vegetal ou da sua recuperação. A Figura 7 representa o esquema de transformação dos dados da declividade para as classes de ponderação de acordo com o critério estabelecido por Camarinha *et al.* (2011).

Figura 7: Esquema de transformação dos dados de declividade para classes de ponderação



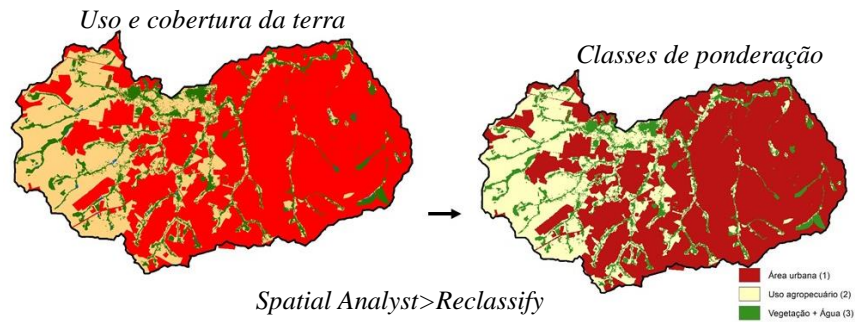
Elaborado pela autora (2021)

3.4.4 Uso da terra

No mapeamento de uso e cobertura da terra é levado em consideração os fatores que facilitam e/ou dificultam as conexões. Nesse sentido, a vegetação e a classe água recebem o valor mais alto por serem facilitadores de conexões. O uso agropecuário por não representar áreas amplamente ocupadas recebe um valor mediano e, as áreas urbanas recebem o menor

peso, por ser um fator dificultador de conexões. Na Figura 8 é apresentada a transformação do mapa de uso da terra para as suas referidas classes de ponderação.

Figura 8: Esquema de transformação dos dados de uso da terra para classes de ponderação



Elaborado pela autora (2021).

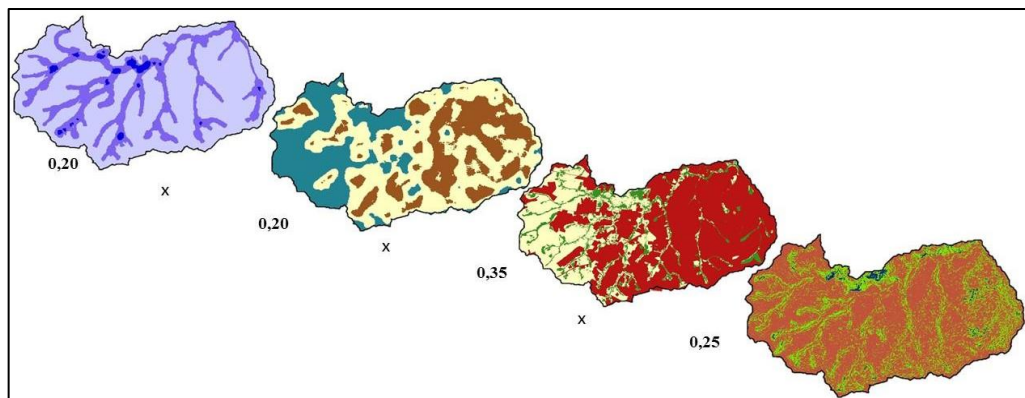
3.4.5 Álgebra de mapas

Após a ponderação dos quatro parâmetros selecionados, o próximo passo foi estabelecer a porcentagem de pesos de cada camada de entrada (Figura 9). O mapa de uso e ocupação da terra recebeu o maior peso (35%) devido às relações entre vegetação e demais tipologias de usos. O mapa de declividade recebeu o segundo maior peso (25%), devido a relação do terreno e suas possíveis ocupações e o mapa de drenagem e malha viária, ambos (20%). Desta forma, aplicou-se a Equação 1 na ferramenta “Calculadora *Raster*”.

$$\text{Potencial de conectividade} = \text{peso 1} * \text{uso e ocupação} + \text{peso 2} * \text{declividade} + \text{peso 3} * \text{drenagem} + \text{peso 3} * \text{malha viária} / 4 \text{ (Equação 1)}$$

Onde: *peso 1* = 35%; *peso 2* = 25% e *peso 3* = 20%.

Figura 9: Pesos atribuídos às camadas e obtenção do mapa da potencialidade de conectividade.



Elaborado pela autora (2021).

3.5 Métricas da paisagem

A ecologia da paisagem como ciência estuda os processos de fragmentação e isolamento de habitats, causados pelas ações humanas, sobre os ecossistemas naturais. Desta forma, objetiva, avaliar a influência dessas ações nos padrões de distribuição dos processos ecológicos. (PELLEGRINO *et al.*, 2006).

Assim, a ecologia da paisagem é fundamentada na premissa de que os padrões dos elementos de paisagem (*patches* = pedaços, partes, remendos, fragmentos ou pequenos polígonos) são influenciadores dos processos ecológicos. Neste contexto, a capacidade de identificar e quantificar essas estruturas, torna-se um pré-requisito para o estudo da função e modificação da paisagem (VOLOTÃO, 1998).

Além disso, para Valente e Vettorazzi (2002) a área de um fragmento é uma informação importante para a análise da paisagem, porque além de ser base para o cálculo de outros índices, qualquer alteração nos fragmentos pode reduzir as populações de espécies, alterar os processos ecológicos, comprometendo a biodiversidade e a dinâmica de equilíbrio da paisagem.

Nesta pesquisa a avaliação dos fragmentos das áreas verdes urbanas foi baseada nos trabalhos realizados por Cunha *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2019). Os referidos autores utilizaram as métricas de análise da ecologia da paisagem, conjuntamente com os ferramentais das geotecnologias, para avaliar e quantificar a fragmentação da vegetação em bacias hidrográficas. Por conseguinte, foram empregadas as métricas de área e agregação: PLAND (porcentagem de área correspondente a classe na paisagem); NFVeg (números de fragmentos da vegetação) e; AREA_MFVeg (área média dos fragmentos da vegetação em ha) de acordo como o descrito na Tabela 1. Os dados foram calculados e analisados no software ArcGis, por meio de análises da tabela de atributo dos dados de uso e cobertura da terra, que possibilitou a mensuração destas informações.

A métrica PLAND auxiliou no entendimento da quantificação das classes de uso e cobertura da terra, identificando as características da área estudada. O NFVeg e AREA_MFVeg mostraram-se como importantes parâmetros para entender o grau de fragmentação da vegetação na bacia, assim como as áreas desses fragmentos.

Tabela 1: Formulação das métricas de análise da ecologia da paisagem

Métrica	Formula	Descrição	Resultado
Porcentagem de área correspondente a cada classe de uso e cobertura da bacia (PLAND - %)	$PLAND = pi = \frac{\sum_{j=1}^n aij}{A} (100)$	$j = 1, \dots, n$ manchas; $aij =$ área (m ²) da mancha ij ; $A =$ área total da paisagem (ha)	Relação da área da classe em questão e a área total da bacia.
Número de fragmentos da classe vegetação (NFVeg)	$NP = n_v$	n_v é número de fragmentos da classe vegetação.	Contagem de fragmentos da classe Vegetação.
Tamanho médio dos fragmentos da classe vegetação (ÁREA_MFVeg - ha)	$AREA_MFVeg = \frac{\sum_{j=1}^n aij}{n_v}$	$j = 1, \dots, n$ fragmentos; $aij =$ área (ha) do fragmento ij ; $n_v =$ número de fragmentos da classe vegetação	Obtido em hectare e corresponde à média dos fragmentos da classe vegetação

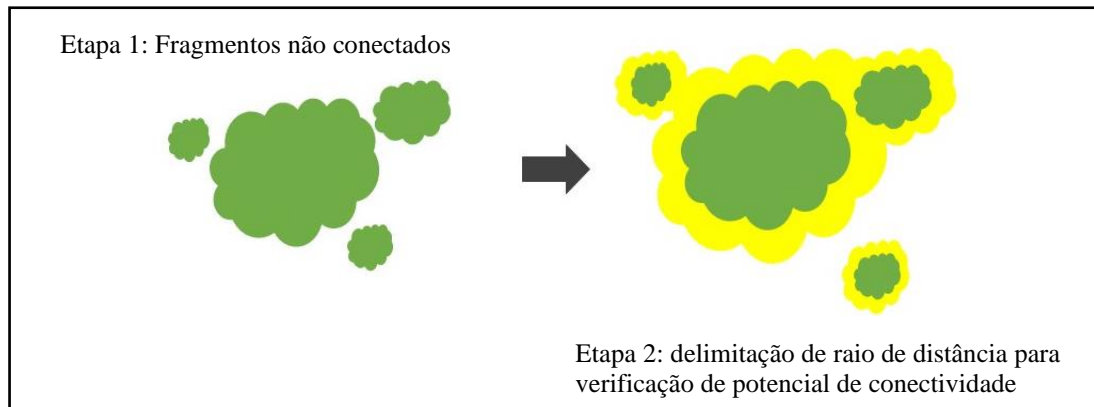
Fonte: Adaptado de Cunha *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2019).

Em suas análises Cabacinha e Castro (2009) verificaram que os pequenos fragmentos menores de 40 ha podem resultar em baixa diversidade quando estão completamente isolados, por outro lado, podem ter alta diversidade quando estão bem conectados e incorporados em uma matriz.

Para avaliar as possibilidades de cenários de conectividades e verificar as proximidades dos fragmentos, foram gerados *buffer* de 30 metros, no entorno dos fragmentos das áreas verdes mapeadas. O *buffer* de 30 metros foi determinado de acordo com o valor regulamentado para APPs de cursos de rios, tendo em vista, que as APPs de rios são os elementos da paisagem que possuem os lineamentos mais contínuos de vegetação em bacias hidrográficas (Lei de Proteção da Vegetação Nativa, nº 12.651/2012).

Como complementação, também foram gerados *buffers* de 50 metros e 100 metros, conforme distancias aplicadas nos estudos de Deslauriers *et al.* (2018) e Almeida (2021). A Figura 10 exemplifica o processo de geração de *buffers* para a avaliação da conexão de potenciais corredores ecológicos. A partir da delimitação desses *buffers*, foi avaliado os tipos de usos e cobertura da terra que estão inseridos nessas distâncias, a fim de identificar possíveis áreas de expansão ou fatores de dificuldades.

Figura 10: Exemplo de seleção de área verde potencial para conectividade entre fragmentos de áreas verdes antes isolados

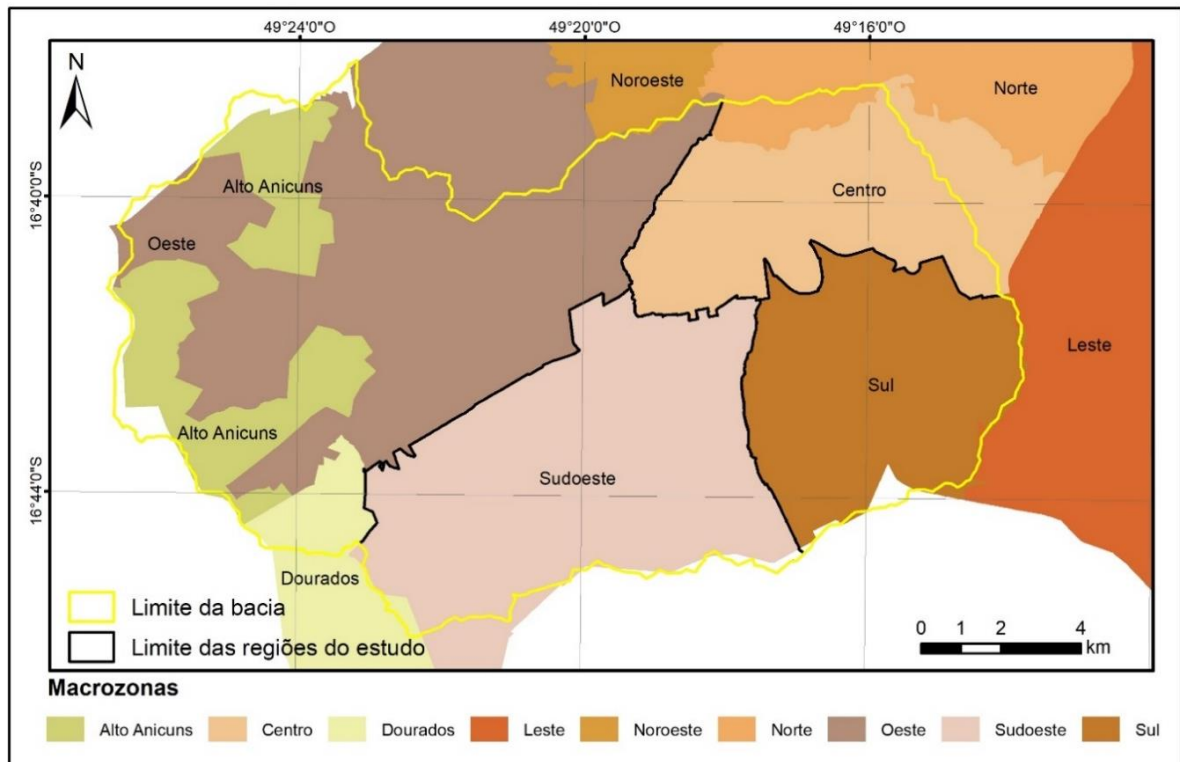


Elaborado pela autora (2022).

3.6 Regiões da área de estudo

Os dados do mapa foram particionados em regiões da capital, que estão inseridas na bacia em análise (Figura 11), afim de facilitar a discussão e interpretação, já que as regiões da capital têm características distintas.

Figura 11: Mapa de regiões na Bacia do Ribeirão Anicuns



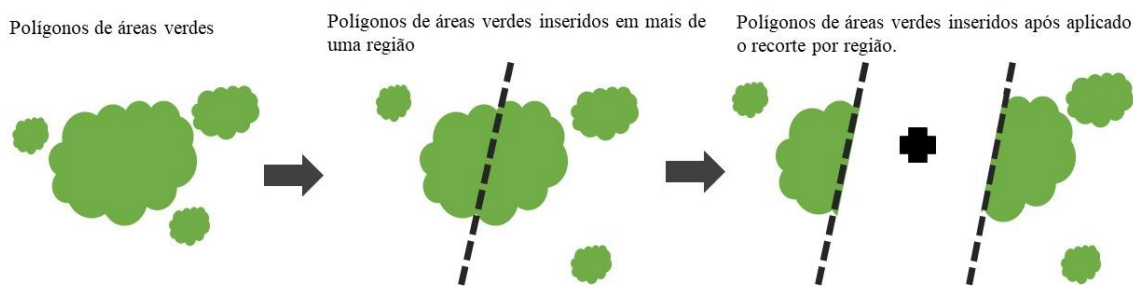
Elaborado pela autora (2022).

Na área em estudo foram verificadas a **Região Oeste** que engloba parte da macrozona da Região Oeste e a Macrozona Rural do Alto Anicuns; a **Região Sudoeste** que corresponde a grande parte da região em questão; a **Região Sul** que corresponde em sua totalidade a macrozona correspondente e a Região Central e; uma pequena parte da **Regional Norte**. Para evitar, a segregação em regiões muitas pequenas foram consideração as 4 regiões ilustradas na Figura 11, para um melhor entendimento da característica de suas paisagens.

3.7 Fatores de subdivisão

Os polígonos das áreas verdes podem estar inseridos em mais de uma região, pois estes representam conjuntos conexos e com longas distancias de vegetação, conforme ilustrado na Figura 12. Nesse contexto, para melhor entender a dinâmica de cada região e as características de ocupação e de usos dessa unidade geográfica de planejamento, as manchas de vegetação, inseridas em mais de uma região foram subdivididas. Estas passam, a configura unidades de polígonos a serem contabilizados, em duas ou mais regiões, pois as áreas verdes tornam a representar mais de um polígono após o processo de recorte por região.

Figura 12: Esquema ilustrativo da divisão das áreas verdes por região



Elaborado pela autora (2022).

No cenário atual 8 polígonos estão inseridos em duas regiões, no *buffer* de projeção para 30 metros são 11 polígonos, no *buffer* de 50 metros 7 polígonos e no *buffer* de 100 metros 6 polígonos (Quadro 6).

Quadro 6: Duplicatas nas quantidades de polígonos dos cenários.

Cenário	Polígonos divisa
Atual	8
Buffer 30 m	11
Buffer 50 m	7
Buffer 100 m	6

Fonte: Autora, 2022.

3.8 Conexões prioritárias e favoráveis à implantação de corredores ecológicos

Por fim, para o mapeamento das conexões prioritárias e favoráveis à implantação de corredores ecológicos foram definidos critérios de análise, compostos por vários subcritérios: (1) uso e ocupação da terra; (2) declividade do terreno; (3) arruamentos; (4) cursos hídricos e; (5) pontos de instabilidade hídrica. Neste último critério, considerou-se somente os pontos de inundações que segundo Rego e Barros (2014) são aqueles vinculados aos córregos e rios, e portanto, associados aos fundos de vales e APPs. Já os pontos de alagamentos estariam associados as ruas e avenidas, dificultado a configuração de lineamentos da vegetação (REGO e BARROS, 2014). Tais critérios permitiram avaliar as áreas mais desejáveis para se implantar corredores ecológicos. Assim, nesta dissertação, entende-se como áreas mais desejáveis, aquelas que potencialmente causarão menores níveis de conflitos socioeconômicos e que apresentam condições técnicas viáveis para a conexão de habitats. (MARQUES *et al.*, 2011).

Para a determinação das conexões “prioritárias e favoráveis”, primeiramente foi necessária a verificação da definição destes dois termos a serem utilizados. Desta forma, como conexões prioritárias entende-se aquelas “que significam ter prioridade”, uma vez que o termo prioridade, remete a “preferência dada, relativamente ao tempo de realização de seu direito, com preterição de outros; primazia” (FERREIRA, 2010, p.1710). Para as conexões favoráveis consideramos a acepção da terminologia “que favorece, auxilia, propicia; é propício, conveniente, benigno” (FERREIRA, 2010, p.924).

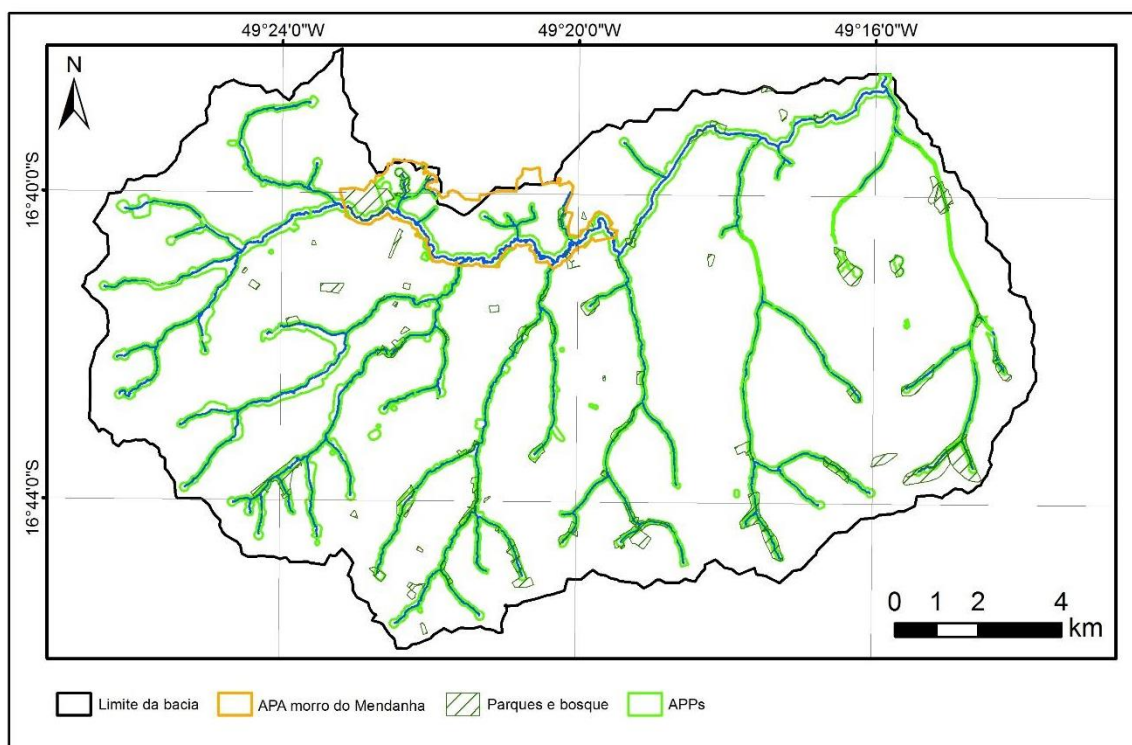
As áreas com fragmentos grandes, maiores de 40 ha, foi um dos itens de destaque elencado na definição das conexões favoráveis a implementação de corredores ecológicos. As proximidades de parques e bosques, ligados ao item anterior, também foi um ponto decisivos para o delineamento dessas conexões. Para as conexões prioritárias, seguiu a diretriz básica apresentada por Muchailh *et al.* (2010) que prevê a manutenção da estabilidade hídrica, ou seja, aqui considerou-se pontos críticos de risco às inundações indicados pela Defesa Civil.

4 Resultados e discussões

4.1 Elementos da paisagem

Os mapas temáticos são utilizados para mostrar a realidade conhecida. A cidade de Goiânia é famosa por suas áreas verdes, onde pode ser observada a presença de parques, bosques e de área de proteção ambiental como a APA do Morro do Mendanha localizada no médio curso da Bacia do Ribeirão Anicuns. A Figura 13 apresenta estas áreas especiais à proteção, sendo algumas consideradas como unidades de conservação (UCs) e outras como áreas destinadas a preservação permanente (APP). Ambas de grande relevância ao ecossistema e ao equilíbrio ambiental da cidade, além das funções cênicas e de lazer que propiciam aos seus moradores e visitantes.

Figura 13: Mapa de parques, bosques, APA e APP da Bacia do Ribeirão Anicuns



Fonte: MUBDG (2016). Elaborado pela autora (2021).

Nas margens dos cursos hídricos também podem ser observadas a presença da vegetação de porte arbóreo e arbustivo, representando as áreas de preservação permanentes (Figura 12). Estas áreas são protegidas por lei (Lei 12.651/2012) e previstas no Plano Diretor da Cidades. De acordo com Souza *et al.* (2020) possuem “regras métricas conforme a largura dos rios, sendo

30 metros de área de vegetação a menor faixa de preservação, para rios com largura de até 10 metros, conforme descrito no Código Florestal Brasileiro”.

Entretanto, as APPs da Bacia do Ribeirão Anicuns, assim como em outras bacias urbanas brasileiras, enfrentam diversos desafios. Em muitas de suas áreas de APPs, tanto de seu curso principal como de seus afluentes, verificam-se indícios de degradação como: resíduos de pneus, cacos de vidro, entulhos, erosão e sedimentação de suas margens, entre outros (Figura 14). Além disto, alguns de seus tributários são marcados fortemente pela presença da malha viária, longitudinal ao canal da rede de drenagem, como é o caso do córrego Botafogo que apresenta grande parte de seu curso canalizado (Figura 14).

Figura 14: Cursos hídricos da Bacia do Ribeirão Anicuns



Elaborado pela autora (2022).

A área urbana é o uso predominante na bacia representando 63,34%, ou seja, 140,25 km², seguida do uso agropecuário correspondendo a aproximadamente 26,56% da bacia, em uma área de mais de 63,34 km² (Tabela 2). Já a classe de vegetação, apesar de sua grande importância e destaque na bacia corresponde a menos de 9,82% da área, equivalente a 21,73

km² e a classe água representa 0,63 km² representando 0,28%, dados estes que também podem ser constatados no Tabela 2.

Tabela 2: Áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns

Classe	Área (km ²)	Porcentagem
Uso agropecuário	58,82	26,56%
Água	0,63	0,28%
Área Urbana	140,25	63,34%
Vegetação	21,73	9,82%
Total	221,42	100%

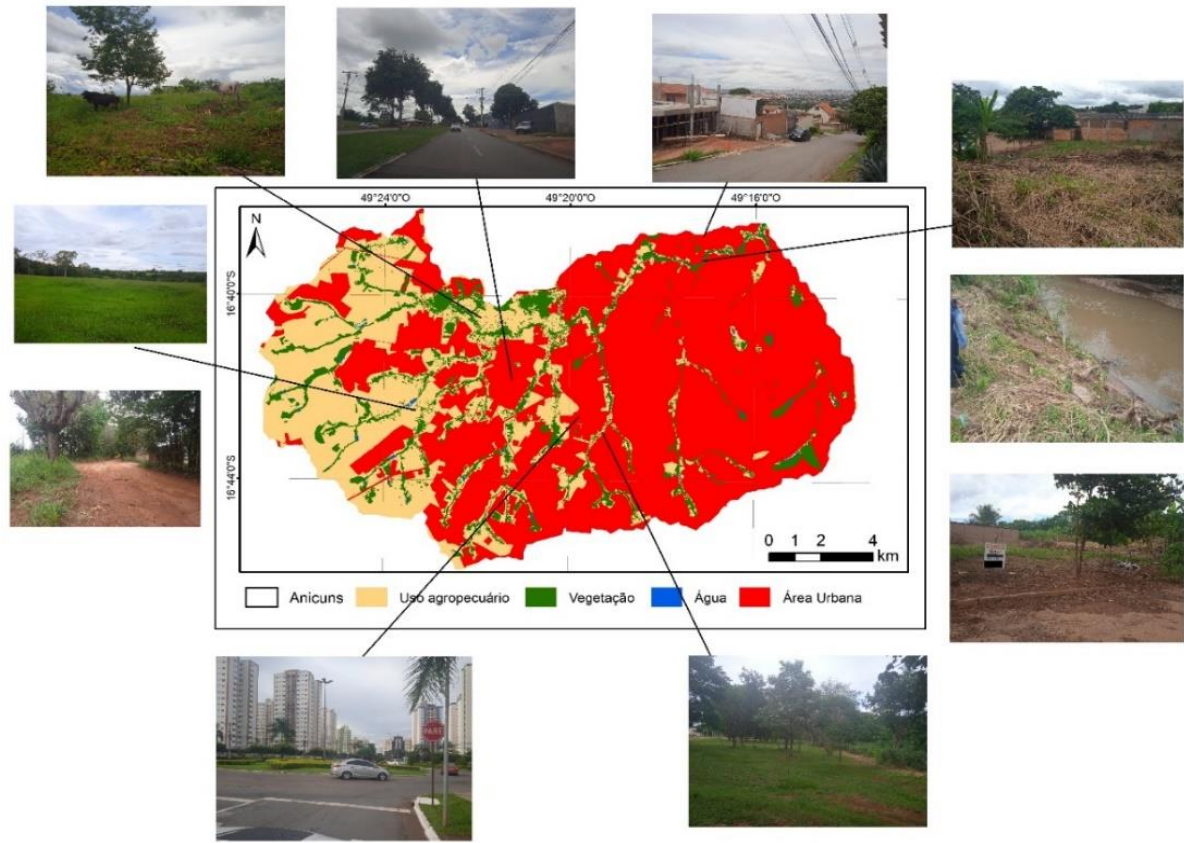
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

As áreas de uso agropecuário estão localizadas prioritariamente à montante da bacia, e quanto mais próximo do exutório da bacia, maior a presença de áreas urbanas. As áreas de vegetação estão localizadas especialmente nas margens de rios e córregos, correspondentes as áreas de preservação permanente e de alguns parques, bosques e UCs presentes na bacia (Figuras 15). Para Ramos *et al.* (2020), mesmo a cidade de Goiânia possuindo um bom montante de áreas verdes ainda presentes, “esses espaços são pouco materializados como valor cênico, ambiental e/ou recreativo junto à comunidade”. Ainda segundo os referidos autores, isto é um reflexo do sistema de parcelamento da terra da cidade, realizado pela prefeitura, que ainda encontra várias dificuldades em compatibilizar o crescimento urbano com a lógica de interlocução dos espaços verdes públicos (RAMOS *et al.*, 2020).

Na Figura 15 é possível observar também, exemplos fotográficos retirados *in loco*, de cada uma das classes de uso e cobertura da terra mapeadas. A agropecuária é representada por áreas de pastagem a montante da bacia, por regiões de solo exposto da terra arada e por lotes ainda sem construção.

É importante mencionar, que a classe de uso agropecuário também pode ser representada por áreas de estradas que ainda não foram asfaltadas, típicas de regiões periurbanas. Para a classe de área urbana é visível um padrão predominante da urbanização horizontal na porção do baixo curso da bacia, e na parte central, um padrão de urbanização mais verticalizada (Figura 15). Isto evidencia o sentido centro-periferia do processo de urbanização da bacia.

Figura 15: Mapa de uso cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns

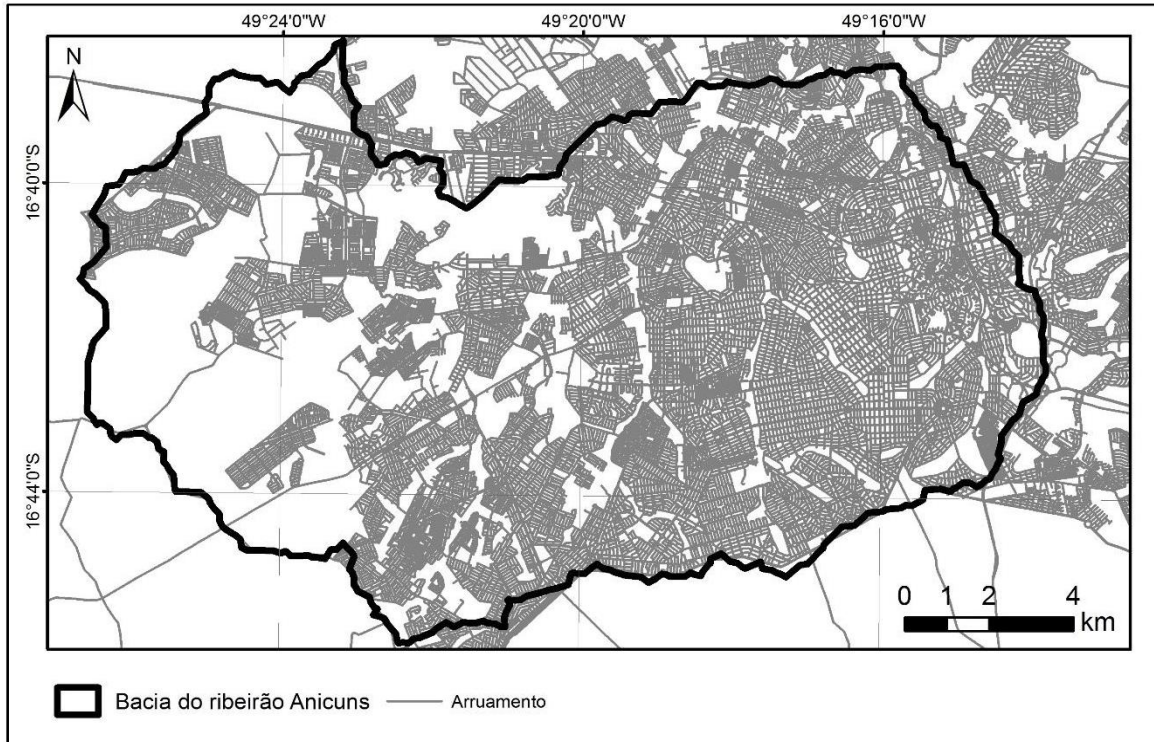


Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Este processo de urbanização, caracterizado pela densa malha urbana, resulta em uma grande rede de malha viária que corresponde à área em questão, como observado na Figura 16. Na referida figura é nítida a configuração de arruamentos e loteamentos urbanos, presentes no médio ao baixo curso da bacia, estando estes conectados com o núcleo central do município de Goiânia.

Para Adler e Tanner (2015) a densa malha viária, configurada por ruas e avenidas, no espaço urbano se distingue de outras áreas pavimentadas pelo intenso tráfego de veículos. Este ambiente tende a sustentar pouca ou nenhuma atividade biológica que de acordo com os referidos autores podem reduzir a qualidade do ambiente via ruídos e outros tipos de poluição. Ainda segundo Adler e Tanner (2015) “os animais podem inclusive perecer na tentativa de atravessar ruas, logo elas atuam como barreiras à dispersão”.

Figura 16: Mapa de arruamento da Bacia do Ribeirão Anicuns



Fonte: MUBDG (2016). Elaborado pela autora (2021).

A Figura 17 ilustra alguns exemplos do sistema viário da malha urbana presente na Bacia do Ribeirão Anicuns. O sistema possui uma densa rede de avenidas muito movimentadas como a Av. Perimetral Norte, Av. Botafogo, Avenida Anhaguerra, Rua 17 entre outras. São avenidas pavimentadas, com ou sem, canteiros centrais arborizados. Neste contexto, é necessário frisar que o sistema de malha viária de um município, pode ser o fator indutor mais marcante do processo de ocupação e adensamento de uma região. Assim, seus aspectos arquitetônicos e paisagísticos devem ser previstos, de maneira ordenada e dentro de uma visão sustentável da cidade, no Plano Diretor Municipal.

No entanto, dependendo do modo como estas vias são operacionalizadas, podem exercer diversos efeitos nocivos à qualidade de vida dos espaços urbanos. A exemplo disto, podemos citar o trabalho realizado por Portis *et al.* (2022), onde os autores verificaram a influência da conversão do uso e cobertura da terra e redução da vegetação arborea e abustiva, na temperatura de superfície de um corredor BRT (*Sistema Bus Rapid Transit*) na cidade de Goiânia.

Figura 17: Malha viária da Bacia do Ribeirão Anicuns.



Elaborado pela autora (2022).

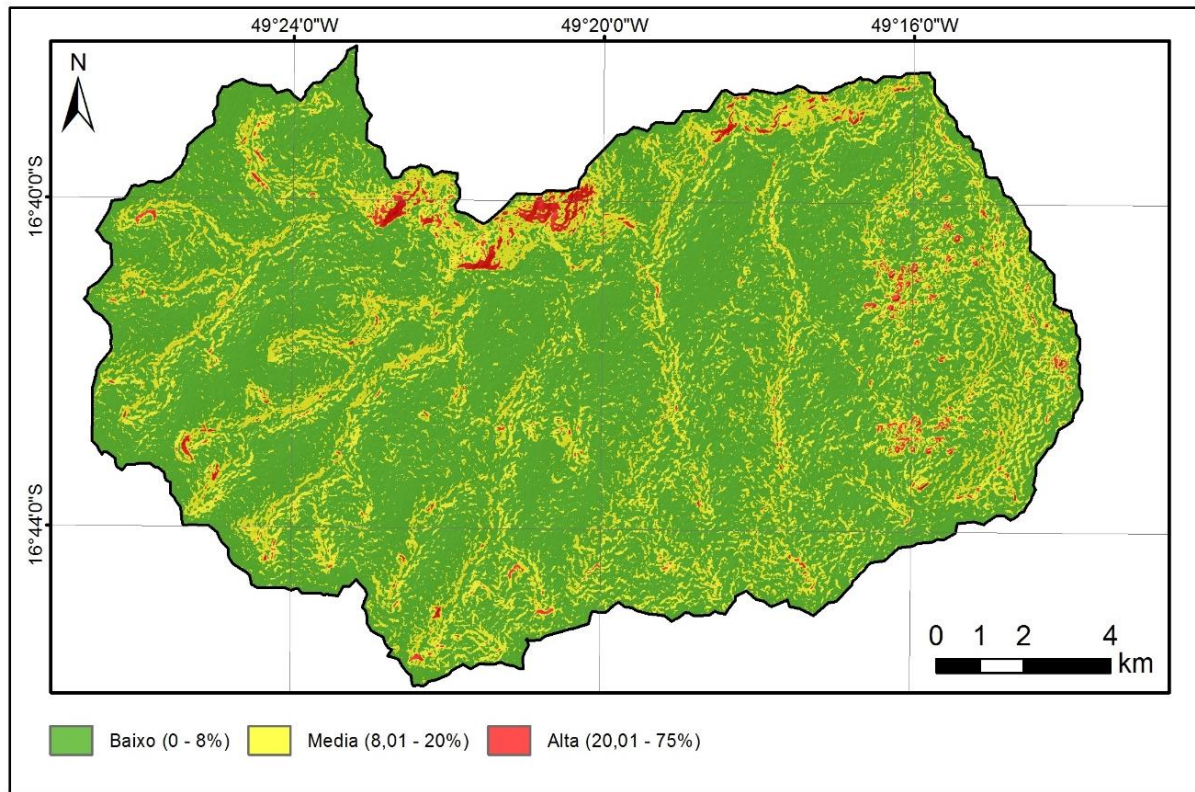
Em geral, a Bacia do Ribeirão Anicuns apresenta declividade típica de um relevo plano, ou seja, aproximadamente 75% da bacia tem essa característica (Tabela 3). Possui, também algumas áreas com declividades variado entre média e alta, sendo essas localizadas, especialmente, nas áreas próximas aos cursos hídricos formadoras dos talwegues da rede de drenagem, e de alguns pontos de relevo mais movimentado, como o Morro do Mendanha (Figura 18).

Tabela 3: Porcentagem da declividade na Bacia do Anicuns.

Classe	Área (km²)	Porcentagem
Baixa (0-8)	169,70	75,30%
Média (8-20)	52,05	23,09%
Alta (20-75)	3,61	1,60%
Total	225,36	100,00%

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Figura 18: Mapa de declividade da Bacia do Ribeirão Anicuns.



Elaborado pela autora (2021).

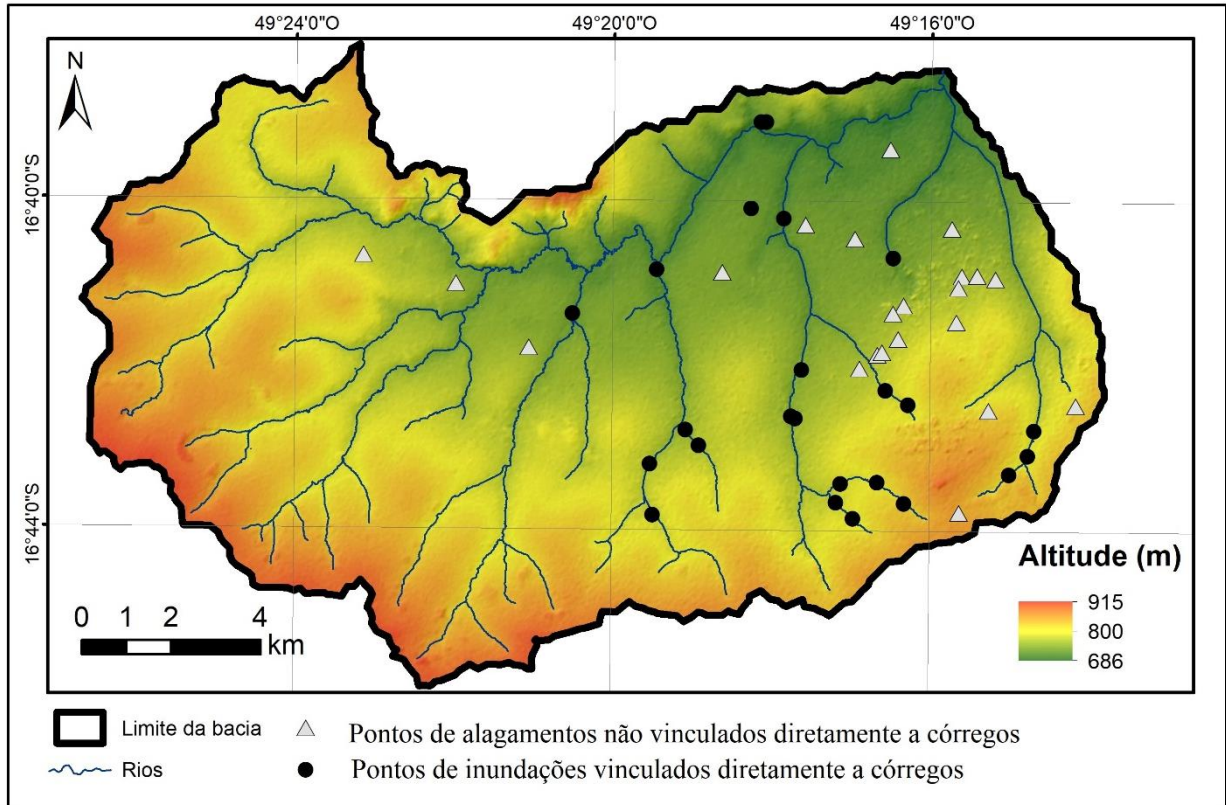
Relacionados a morfologia do terreno, rede de drenagem, arruamento e uso da terra, a bacia apresenta 46 pontos de inundações e alagamentos identificados pela Defesa Civil, Figura 19, dos quais 24 pontos estão vinculados a proximidades de córregos, e os outros 22 são vínculos ao escoamento deficiente.

A maioria destes pontos estão localizados nas regiões sul, sudeste e centro, onde são correspondentes as áreas com maior densidade da malha urbana. Santos e Romão (2010) já haviam identificado esta maior ocorrência de eventos de inundações e alagamentos na porção centro-sul de Goiânia, que se apresenta amplamente urbanizada, logo, os mesmos estariam associados a impermeabilização e canalização da rede de drenagem com destaque as Bacias Hidrográficas do Cascavel, Botafogo e Macambira.

No que diz respeito ao manejo das águas em APPs de cursos d'água em áreas urbanas, Ackermann e Samora (2020), evidenciam a importância estratégica dessas áreas para a segurança hídrica. Para os referidos autores eventos como escorregamento, erosões, inundações e alagamentos associados ao uso e ocupação intensa podem ser mitigados com intervenções conservacionistas nas APPs. Em seu artigo os autores seguem apresentando uma série de propostas para resgatar e reabilitar essas áreas previstas em lei (Lei Federal 12.651/2012). Daí

a importância de suas configurações em corredores ecológicos, via manejo ecológico, das águas urbanas.

Figura 19: Mapa de espacialização dos pontos de inundações e alagamentos presentes na Bacia do Ribeirão Anicuns.



Fonte: MUBDG (2016) e Defesa Civil. Elaborado pela autora (2022).

4.2 Fragmentação e métricas da paisagem

O nível da fragmentação da classe vegetação foi avaliado quanto a sua quantidade e tamanho, que indicou, além da porcentagem de área correspondente na bacia (PLAND), o número de fragmentos (NFVeg) e o tamanho médio destes (ÁREA_MFVeg). Para uma melhor verificação da distribuição da vegetação, também foram levantadas as informações da porcentagem de área das outras classes mapeadas. É importante destacar, que de acordo Couto (2004), as métricas da paisagem são índices que quantificam características espaciais de fragmentos isolados, em uma visão de conjunto de manchas ou de todo o mosaico da paisagem.

Para Lang e Blaschke (2009) as métricas relativas as áreas (*patch size area*) são “as medidas da estrutura da paisagem mais próximas e mais difundidas e, por isso, talvez as mais importantes”.

Os valores calculados das métricas da paisagem, consideradas nesta dissertação, estão descritos na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4: Métricas da paisagem

	Métrica			
	Classe	Área (ha)	Área (km ²)	(%)
PLAND	Uso agropecuário	5881,53	58,82	26,56
	Área Urbana	14025,10	140,25	63,34
	Vegetação	2173,00	21,73	9,82
	Água	62,83	0,63	0,28
	NFVeg	6504		
ÁREA_MFVeg (ha)	0,34			

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

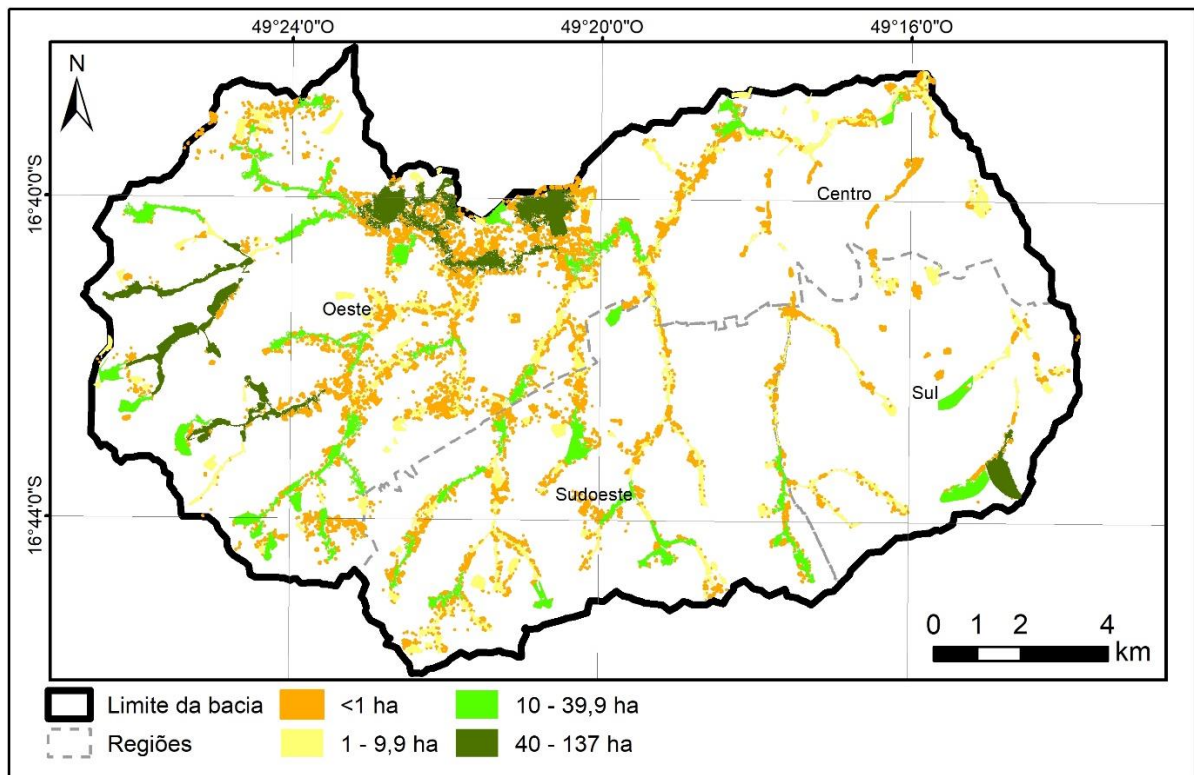
Dos dados quantificados acima, contabiliza-se que a área urbanizada, que engloba toda a infraestrutura da cidade, edificações, estradas, dentre outros elementos, representa 63,34% da área total, ou seja, 140,25 km². O uso agropecuário corresponde a 26,56% e as áreas verdes, foco dessa análise, representam 21.73 km², equivalente a 9,82% da área total da bacia. É evidente que a Bacia do Anicuns é altamente urbanizada, mas ainda possui algumas áreas representativas das classes de uso agropecuário e vegetação.

Os cursos de água na bacia representam aproximadamente 175,56 km de extensão com 57 nascentes. Essa rede hidrográfica, releva o potencial das matas ciliares, protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, para a formação de corredores ecológicos, constituídos em parques lineares a exemplo do Parque Macambira Anicuns. Entretanto, como já avaliado por Souza *et al.* (2020), as áreas verdes de Goiânia sofrem com o adensamento da malha urbana e o surgimento de novos loteamentos, ocasionando a diminuição e a fragmentação da vegetação florestal.

No que diz respeito ainda a questão da fragmentação analisada pelos parâmetros de métricas da paisagem, aplicados e ilustrados na Tabela 4, o **NFVeg** mostra que existem 6504 polígonos/fragmentos representativos da classe vegetação na Bacia Hidrográfica do Anicuns. No entanto, a **ÁREA_MFVeg**, que representa a área média dos fragmentos de vegetação foi de 0,34 ha, um valor baixo em relação a dimensão e porcentagem de área das outras classes de uso e cobertura da terra mapeadas. Desta forma, a combinação destes dois parâmetros foi fundamental para mensurar o teor da fragmentação e do espalhamento dos polígonos da classe vegetação, por toda a bacia. Segundo Santos *et al.* (2019), o **NFVeg** e o **ÁREA_MFVeg** são bons indicativos da fragmentação da cobertura vegetal, uma vez que um valor baixo do tamanho médio dos fragmentos, indica a perda da diversidade biológica e a diminuição da proteção do solo.

Para uma melhor avaliação dos resultados e visualização dos fragmentos e de sua dimensão, estes foram organizados de acordo com o tamanho de sua área em: muito pequenos (< 1 ha); pequenos (de 1 a 9,9 ha); médios (de 10 a 39,9 ha) e; grandes (> 40). A dimensão dos fragmentos grandes, refere-se àquela adequada a manutenção da biodiversidade conforme indicação de Cabacinha e Castro (2009). A Figura 20 apresenta o mapa da espacialização dos fragmentos da vegetação organizado conforme a dimensão de suas áreas.

Figura 20: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e dimensão de suas áreas



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No que se refere ao tamanho dos fragmentos, nota-se um maior número na categoria de fragmentos muito pequenos, ou seja, menores que 1 ha, conforme ilustrado na Tabela 5, seguida pelos pequenos fragmentos, depois os médios e por último os grandes. Os fragmentos médios têm a maior soma de área entre as categorias, totalizando 719,20 ha. Os fragmentos muito pequenos totalizam um número de 6.260, que somam juntos 230,78 ha. Os fragmentos pequenos ocupam o total de 718,81 ha, os médios 719,20 ha e os grandes fragmentos representados por áreas como a APA do Morro do Mendanha e o Parque Jardim Botânico, representam 518,02 ha.

Tabela 5: Área e número de fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns.

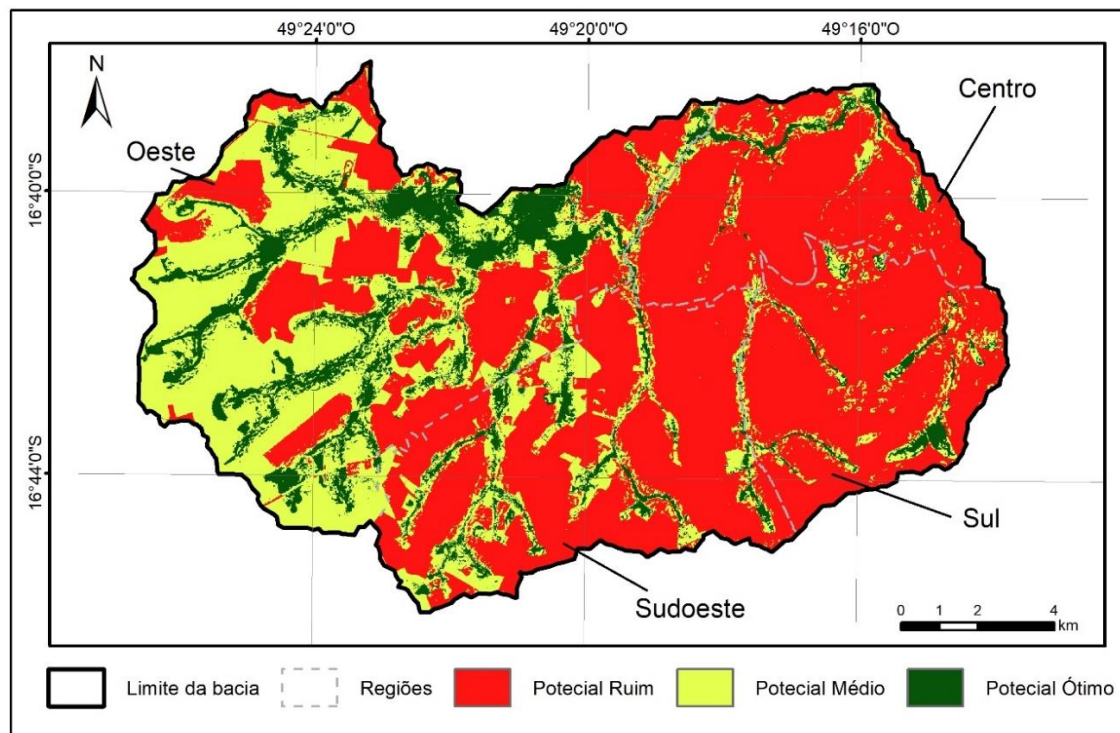
Categoria	Número de fragmentos	Tamanho de fragmentos (ha)	Área total (ha)
Muito pequenos	6260	< 1	230,78
Pequenos	198	1– 9,9	718,81
Médios	39	10 –39,9	719,20
Grandes	7	40 – 137	518,02
Total	6504	-	2186,82

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.3 Determinação de áreas para potencialização dos corredores ecológicos

A partir da combinação dos mapas temáticos via álgebra de mapas e seguindo a metodologia de Camarinha *et al.* (2011) foi obtida a Figura 21, que representa o mapa de potencialidade a implantação de corredores ecológicos na Bacia do Ribeirão Anicuns. Da sua análise é possível verificar que as áreas de vegetação próximas ao canal principal da bacia são as que apresentam as maiores potencialidades. Isto se deve, as características do curso hídrico principal, em virtude de sua largura permitir faixas marginais de APPs maiores que 30 metros, e da presença de atividades agropecuárias à montante.

Figura 21: Mapa de potencialidade a implantação de corredores ecológicos na Bacia do Ribeirão Anicuns



Elaborado pela autora (2021).

Apesar da configuração da malha urbana densa, predominante na porção oriental da bacia, a maioria das áreas de APPs, nesta região, ainda tem potencialidade média (Figura 20). Esta é sustentada pela presença da vegetação da mata ciliar, de alguns usos agropecuários, bem como pelo fato da maioria das áreas de APPs, estarem situadas em área de declividade média.

Resguardadas por uma conjugação de características físicas da bacia, podemos encontrar as áreas de maior potencialidade a implantação e/ou manutenção de corredores ecológicos, que estão representadas em verde na Figura 21. Porém, a aplicabilidade destas áreas vai além dos quesitos físicos da bacia, pois as questões de cunho humano e de planejamento ditam a “importância” de algumas dessas áreas.

A partir da divisão de regiões apresentada na Figura 11 (materiais e métodos) foi possível perceber que a maior região de estudo inserida na Bacia do Ribeirão Anicuns é a Região Oeste, seguido da Sudoeste, Sul e Centro conforme ilustradas na Tabela 6.

Tabela 6: Áreas e porcentagem das regiões estudadas na Bacia do Ribeirão Anicuns

Região	Área (km ²)	Porcentagem
Oeste	95,43	43,10%
Sudoeste	56,39	25,46%
Sul	36,42	16,45%
Centro	33,20	14,99%
Total	221,44	100,00%

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Expressa na Tabela 7, está a divisão das classes de uso e cobertura da terra em cada região. Em geral, o uso com maior predominância na maioria das regiões é a área urbana, seguida do agropecuário, vegetação e água.

Tabela 7: Áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia do Ribeirão Anicuns por região

Região	Oeste		Sudoeste		Sul		Centro	
	Área (km ²)	Porcentagem	Área (km ²)	Porcentagem	Área (km ²)	Porcentagem	Área (km ²)	Porcentagem
Área Urbana	33,73	35,35%	42,95	76,18%	33,16	91,06%	30,41	91,60%
Agropecuária	48,10	50,40%	8,80	15,60%	0,85	2,34%	1,07	3,22%
Vegetação	13,32	13,96%	4,54	8,06%	2,30	6,31%	1,57	4,74%
Água	0,28	0,29%	0,09	0,16%	0,11	0,30%	0,15	0,44%
Total	95,43	100%	56,38	100%	36,42	100%	33,20	100%

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A totalidade predominante da Região Oeste dentro do perímetro da bacia resulta também na maior quantidade de extensão de cursos hídricos e de nascentes. Já a Região Centro apresenta a menor quantidade de nascentes e extensão de cursos d'água, assim como a menor área inserida na bacia, conforme ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8: Extensão dos cursos hídricos e nascentes da Bacia do Ribeirão Anicuns por região.

Região	Extensão (km)	Nascentes
Oeste	93,43	30
Sudoeste	37,87	14
Sul	23,72	9
Centro	20,54	4
Total	175,57	57

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Para entender melhor as configurações espaciais das potenciais conexões das áreas verdes no funcionamento da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, as análises das áreas de vegetação mapeadas foram organizadas por regiões de planejamento da cidade, afim de permitir a verificação da distribuição dos usos e ocupação, bem como das características de cada região, de acordo com os subitens a seguir.

4.3.1 Região Oeste

Nesta região estão localizados bairros como: Vila Aurora, Bairro Goiá, Chácaras Santa Luiza e outros. A Bacia do Anicuns está 43,10% inserida na Região Oeste (Tabela 6). Em sua configuração o uso é predominantemente agropecuário, representando 50,40%, seguido de 35,35% de área urbana, 13,96% de vegetação e 0,29% de água, conforme ilustrado na Tabela 7. Os cursos de água da bacia representam aproximadamente 93,43 km de extensão com 30 nascentes, elencadas na Tabela 8.

A Região Oeste apresenta 3.958 fragmentos de vegetação, ilustrado no Quadro 7, destes 3.709 fragmentos são menores que 1 ha. Em um cenário de recuperação de um *buffer* de 30 metros a partir dos fragmentos de vegetação existentes, este total diminuiria para 133 polígonos representativos da classe vegetação. Em cenários de 50 e 100 metros de *buffers* de recuperação, os fragmentos cairiam para 65 e 15 polígonos respectivamente.

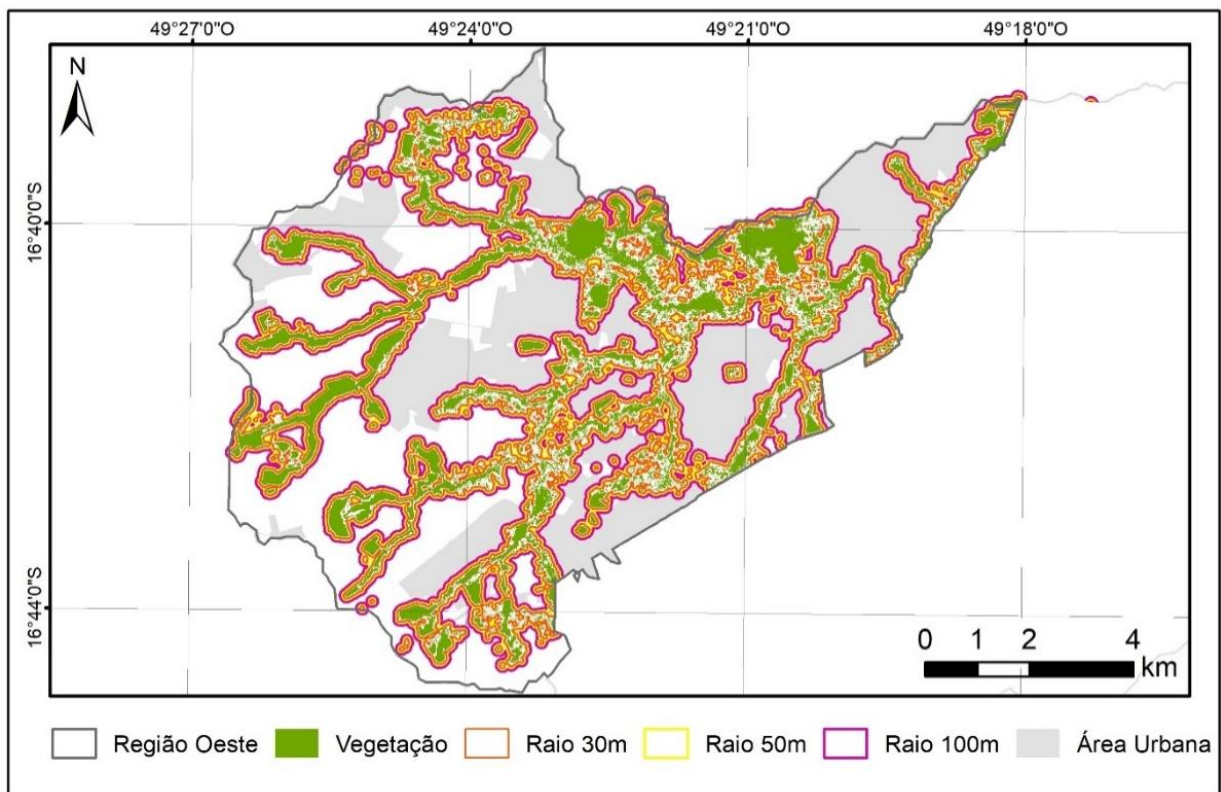
Quadro 7: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de *buffers* de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Oeste

Região Oeste					
Cenário	Fragmentos Vegetação	Classe de uso e cobertura da terra			
		Agropecuária		Área Urbana	
Atual	3958	-	-	-	-
Buffer 30 m	133	87,63%	13,53 km ²	12,37%	1,91 km ²
Buffer 50 m	65	83,64%	17,93 km ²	16,36%	3,51 km ²
Buffer 100 m	15	76,68%	25,03 km ²	23,32%	7,61 km ²

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Da simulação do *buffer* 30 metros, constata-se via sobreposição como o mapa de uso e cobertura da terra, que 87,63% da área é destinada as atividades da agropecuária (Figura 22). Para o cenário de 50 m e 100 m, a ocupação agropecuária é 83,64% e 76,68%, nessa ordem. Desta forma, conclui-se então, que para a conexão dos fragmentos dessa região, o uso da terra mais impactados será os usos agropecuários.

Figura 22: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de *buffers* de proximidades de fragmentos - Região Oeste da bacia



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Porém, um fator importante que facilita as medidas de implantação de corredores ecológicos, nesta porção da bacia, é que a mesma ainda apresenta uma forte característica agropecuária e, portanto, de alguns remanescentes de vegetação preservada nas propriedades rurais. Estas estão, presentes em APPs e também nas reservas legais. Neste sentido, o Código Florestal traz em seu texto o incentivo a conexão de reservas legais, APPs, UCs e outras áreas protegidas para a formação de corredores ecológicos.

4.3.2 Regiões Sudoeste

Na Região Sudoeste estão localizados bairros como: Cidade Jardim, Jardim Europa, Jardim Presidente, Residencial Itaipu e outros. A Bacia do Anicuns está 25,46% inserida nesta região (Tabela 6). Seu uso é predominantemente de área urbana, representando 76,18%, seguido de 15,60% de agropecuária, 8,06% de vegetação e, 0,16% de água, conforme ilustrado na Tabela 7. Os cursos de água da bacia representam aproximadamente 37,87 km de extensão com 14 nascentes (Tabela 8).

Essa delimitação administrativa da bacia apresenta 1606 fragmentos de vegetação, destes 1532 fragmentos são menores que 1 ha (Quadro 8). Em um cenário de recuperação de um *buffer* de 30 metros, este valor diminuiria para 58 fragmentos. Revegetando um *buffer* de 50 metros, a partir das manchas de vegetação existentes para possíveis corredores ecológicos, o número de fragmentos reduziria para 21 e, em um cenário de *buffer* para 100 metros, resultaria em apenas 7 fragmentos (Figura 23).

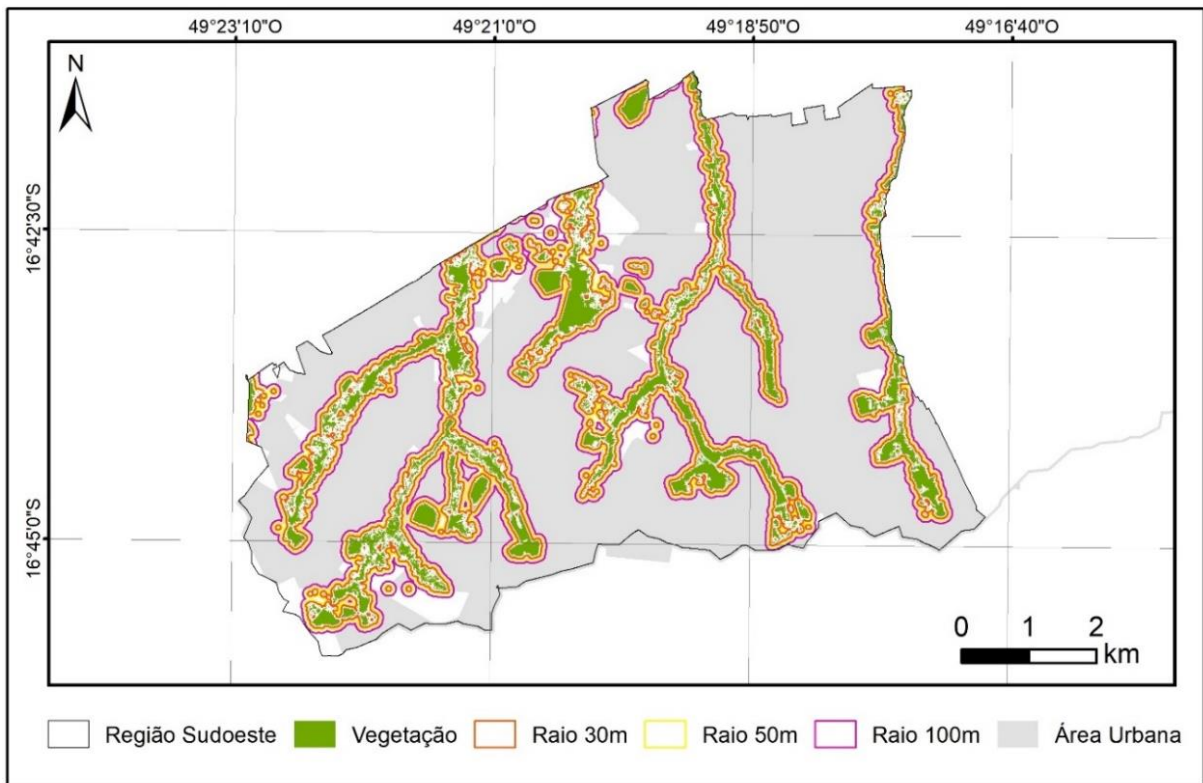
Quadro 8: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de *buffers* de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Sudoeste

Região Sudoeste					
Cenário	Fragmentos de vegetação	Classe de uso e cobertura da terra			
		Agropecuária		Área Urbana	
Atual	1606	-	-	-	-
Buffer 30 m	58	68,60%	4,29 km ²	31,40%	1,96 km ²
Buffer 50 m	21	59,41%	5,32 km ²	40,59%	3,64 km ²
Buffer 100 m	7	45,07%	6,60 km ²	54,93%	8,04 km ²

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Pelas características do uso da terra visualizado nesta região, o uso predominante no *buffer* de 30 metros, com 69,60%, é o agropecuário (Figura 23). A recuperação de áreas de preservação permanente dos 37,87 km de córregos que estão inseridos nessa região, tornaria viável a implantação de projetos de conectividades de áreas verdes, Como exemplo a ser seguido, podemos citar o Parque Linear Macambira Anicuns. Para Medeiros (2016), os projetos de parques lineares, apesar das limitações por parte das áreas altamente urbanizadas e dos elevados custos econômicos, resultam em benefícios ecológicos e sociais que compensam o alto valor investido.

Figura 23: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de *buffers* de proximidades de fragmentos - Região Sudoeste da bacia



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No âmbito do cenário de recuperação de um *buffer* de 50 metros, 59,41% dos usos, a serem convertidos em vegetação, seria proveniente da atividade agropecuária. Já para um cenário de 100 metros, o uso predominante a ser convertido seria o uso urbano, representando 54,93% do *buffer*. Avalia-se então, que neste último cenário de um *buffer* de 100 m, a predominância das propriedades urbana seria um fator de dificuldade a implantação dos corredores ecológicos, devido as desapropriações. No entanto, Nascimento (2018) descreve que as áreas adjacentes a estradas representam áreas subvalorizadas pelas suas funções ecológicas,

porém quando consideradas em projeto de conectividade de áreas verdes, apresentam atributos positivos, para promover a dispersão de aves como forma de habitat, alimento e paragem de voo, bem como o incremento na diversidade florística da cidade.

4.3.3 Regiões Sul

Nesta região estão localizados bairros como: Alto da Gloria, Serrinha, Goiás, Nova Suíça e outros. A Bacia do Anicuns está 16,45% inserida na região Sul (Tabela 6). O uso é predominantemente de área urbana, representando 91,06%, seguido de 6,31% de vegetação, 2,34% de agropecuária, e 0,30% de água (Tabela 7). Os cursos de água da bacia representam aproximadamente 23,72 km de extensão com 9 nascentes, como elencados na Tabela 8.

A Região Sul apresenta 334 fragmentos de vegetação, destes 312 fragmentos são menores que 1 ha (Quadro 9). Em um cenário de projeto de recuperar de um *buffer* de 30 metros, este número de fragmentos diminuiria para 20. Para os cenários de recuperação de 50 e 100 metros, os fragmentos cairiam para 15 e 12 polígonos, respectivamente (Quadro 9).

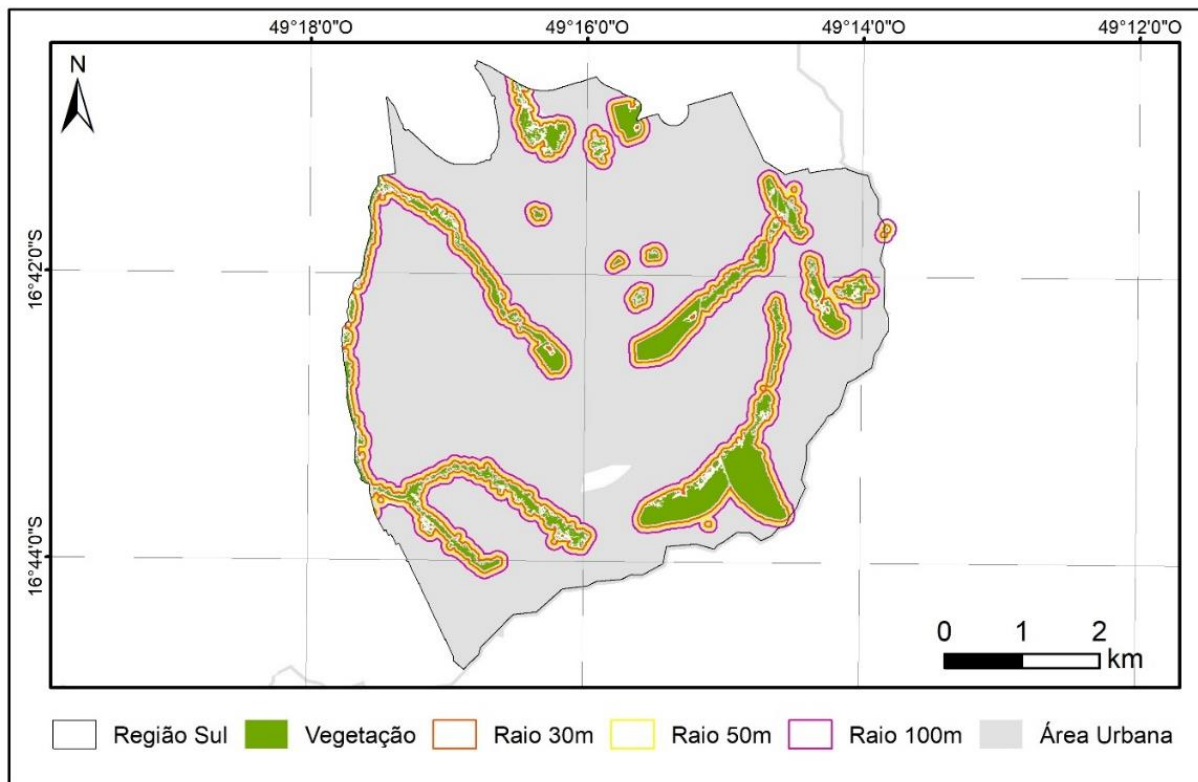
Quadro 9: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de *buffers* de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Sul

Região Sul					
Cenário	Fragmentos de vegetação	Classe de uso e cobertura da terra			
		Agropecuária		Área Urbana	
Atual	334	-	-	-	-
Buffer 30 m	20	25,37%	0,57 km ²	74,63%	1,67 km ²
Buffer 50 m	15	19,00%	0,64 km ²	81,00%	2,74 km ²
Buffer 100 m	12	11,49%	0,71 km ²	88,51%	5,46 km ²

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No âmbito do cenário de recuperação de um *buffer* de 30 metros, 74,63% dos usos a serem convertidos são urbanos (Figura 24). Como na região anterior, isto seria um fator de dificuldade a implantação dos corredores ecológicos, devido as desapropriações. Entretanto, são necessárias e emergentes, a revitalização da vegetação nas áreas de APPs, vinculas a áreas de risco a inundações, dos seus 23,72 km de córregos e rios.

Figura 24: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de *buffers* de proximidades de fragmentos - Região Sul da bacia



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Souza *et al.* (2020) já haviam destacado que as APPs de cursos d'água da macrozona urbana de Goiânia são as APPs menos preservadas da cidade. Para os referidos autores, estas são afetadas diretamente pelo processo de urbanização, a exemplo, das APPs do Córrego Arreião e do Córrego Botafogo, que sofrem influências das ruas e avenidas.

Para Hüse *et al.* (2016) é fundamental aumentar as áreas verdes para diminuir os efeitos negativos das condições urbanas extremas, tanto sobre os meios de vida diária dos cidadãos, como dos fragmentos de habitats da fauna e flora urbana. Nesse sentido, quanto menor a quantidade de fragmentos e maior a interligação de áreas verdes, mais altas são as possibilidades de manutenção de condições ambientais como qualidade do ar, temperatura, melhoria da diversidade biológica e da regulação dos recursos hídricos, como no caso, as de controle de inundações.

Pensando em um cenário de recuperação de *buffer* de 50 metros, é observado que 81% de sua área é ocupada pela tipologia de uso urbano e 19 %, para as atividades agropecuária. Em

similaridade, o *buffer* de 100 metros apresenta a predominância do uso urbano com 88,51% da área, seguido de 11,49% destinado a usos agropecuários.

Em áreas urbanas, as APPs e áreas verdes muitas vezes são ocupadas para fins de moradias. De acordo Thomé (2018), nos núcleos urbanos a recuperação da vegetação é diferente das áreas de uso agropecuários, pois devido à presença de construções irregulares em áreas de APPs, ocorre a necessidade de desapropriação, pois há transferência da propriedade para a expropriante, logo envolve a necessidade de indenização (BRASIL, 2015).

4.3.4 Regiões Centro

Nesta região estão localizados bairros como: Leste Universitário, Leste Vila Nova, Setor Aeroporto, Setor Campinas, Setor Central e outros. A Bacia do Anicuns está 14,99% inserida nesta porção da bacia (Tabela 6). Seu uso é predominantemente de área urbana, representando 91,60%, seguido de 4,74% de vegetação, 3,22% de agropecuária e, 0,44% de água (Tabela 7). Os cursos de água da bacia representam aproximadamente 20,53 km de extensão com 4 nascentes (Tabela 8).

A Região Centro apresenta 614 fragmentos de vegetação, destes 572 fragmentos são menores que 1 ha, representados no Quadro 10. Em um cenário de recuperação ou projeto de revitalização de um *buffer* de 30 metros, o número de fragmentos diminuiria para 18. Recuperando 50 metros, os fragmentos baixariam para 14, e ao recuperar uma faixa de 100 metros, diminuiria para 13 fragmentos de vegetação (Quadro 10).

Para Hüse *et al.* (2016), o conjunto de áreas verdes pode ser uma rede potencial de habitats para fauna e flora, assim, para os autores, é importante assegurar as ligações entre os fragmentos florestais. Tal processo, pode proporcionar o fluxo gênico entre as áreas verdes e aumentar sua biodiversidade. Segundo Mckinney (2002), muitos estudos mostram que a fragmentação dos habitats naturais nos centros urbanos, reduziu a taxa de riqueza de plantas, aves, insetos e mamíferos para menos da metade, comparadas as áreas rurais.

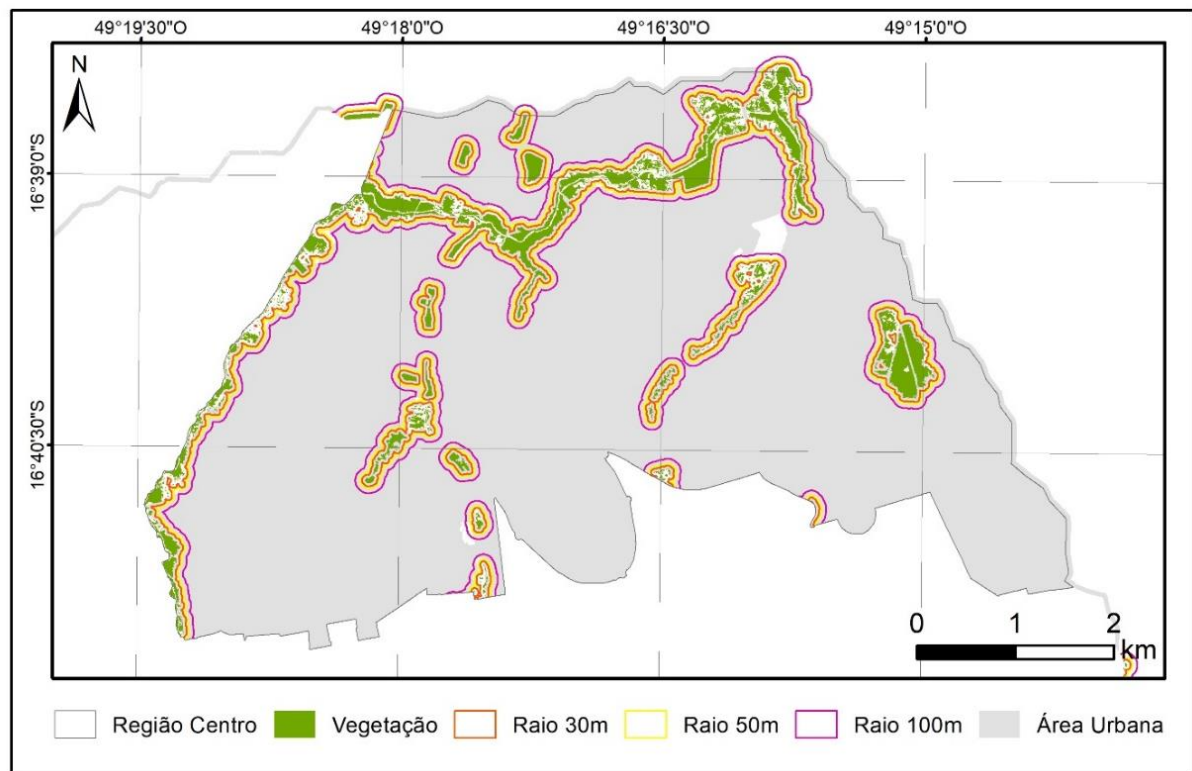
Quadro 10: Cenários dos fragmentos da vegetação com recuperação de *buffers* de proximidades de fragmentos e % dos tipos de usos presente na Região Centro

Região Centro					
Cenário	Fragmentos de vegetação	Classe de uso e cobertura			
		Agropecuária		Área Urbana	
Atual	614	-	-	-	-
Buffer 30 m	18	38,63%	0,76 km ²	61,37%	1,21 km ²
Buffer 50 m	14	29,59%	0,86 km ²	70,41%	2,04 km ²
Buffer 100 m	13	18,32%	0,94 km ²	81,68%	4,19 km ²

Elaborado pela autora (2022).

Devido à presença de 61,37% de área urbana, no *buffer* de 30 metros dessa região, há um fator dificultador de implantação de corredores ecológicos. Apesar desta característica, as áreas de APPs dos 20,53 km de seus córregos, requerem acompanhamento e projeto de reconstituição da vegetação (Figura 25). Souza *et al.* (2020) já haviam observado alguns conflitos entre as APPs declaradas pela Prefeitura de Goiânia no MUBDG / SEMAD com aquelas efetivamente preservadas e fotointerpretadas pelos autores.

Figura 25: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação e delimitação de *buffers* de proximidades de fragmentos - Região Centro da bacia



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

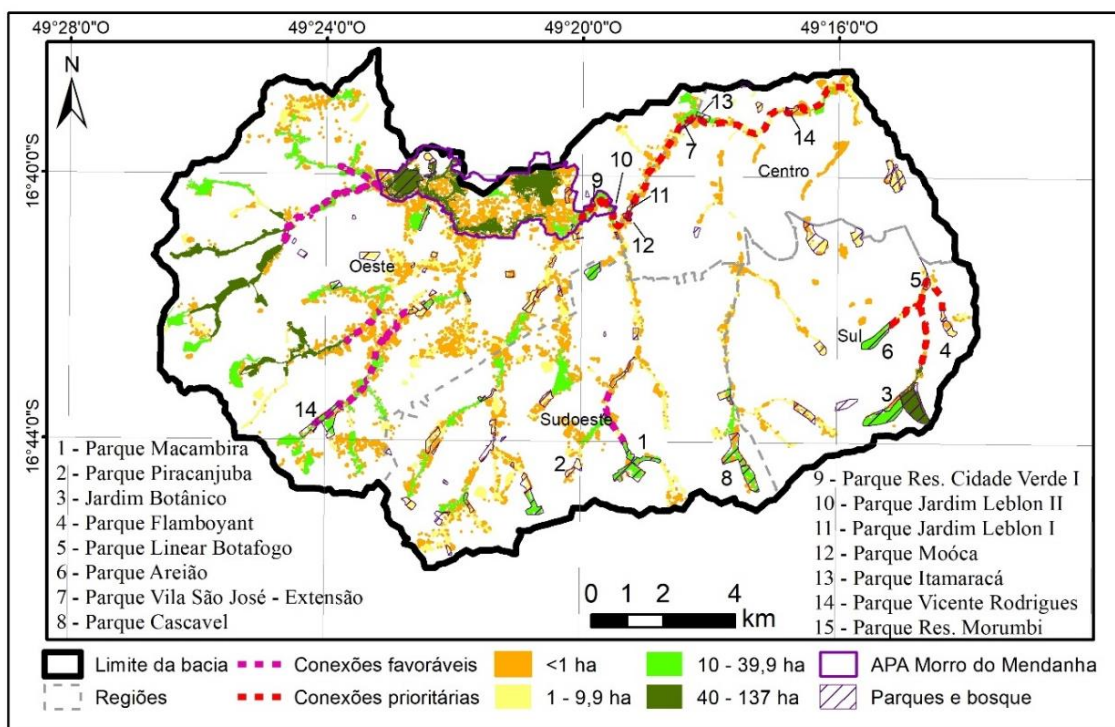
Pensando na recuperação da vegetação, em *buffers* de 50 e 100 metros ao redor das áreas verdes existente na Região Centro, 70,41% e 81,68% respectivamente, dessas faixas são ocupadas por áreas urbanas.

De acordo com Hüse *et al.* (2016), as áreas verdes conectadas fornecem serviços ecossistêmicos, como regulação do clima, da umidade, ventilação e sensação de frescor, assim como, a vegetação pode filtrar a poeira e os poluentes, preservar os solos urbanos contra aridez, inundação e erosão e diminuição da poluição sonora.

4.4 Conexões prioritárias e favoráveis à implantação de corredores ecológicos

Das análises dos mapas e dados apresentados anteriormente foi desenvolvido o mapa síntese da Figura 26. Resultado este, que revela, que algumas regiões de planejamento devido a característica de seu uso e cobertura apresentam fatores que auxiliariam na implantação de corredores ecológicos, assim como, alguns elementos indicam que algumas porções da bacia tem a necessidade de intervenção, porém há fatores que dificultam tais medidas.

Figura 26: Mapa de espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com as conexões prioritárias e favoráveis para implantação de corredores ecológicos



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Da Figura 26 é possível identificar ainda recursos que facilitam a conexão de corredores ecológicos, como a presença de grandes fragmentos de vegetação, vegetação riparia conservada e presença de parques. Entretanto, alguns fatores, como falta de vegetação em APPs e inundações relacionadas à córregos, indicam que algumas áreas tem a necessidade de intervenção imediata, porém há fatores que dificultam está implantação. Esses fatores são apontados por Nascimento (2018) e Almeida (2021), que relatam a influência da densa infraestrutura urbana e da malha de transporte como elementos, de diminuição da conectividade de áreas verdes.

Neste sentido Almeida (2021) e Nascimento (2018), ainda destacam a importância da implantação de passagens artificiais e pontes para manutenção da movimentação da fauna, com o intuito de diminuição de taxa de mortalidade de animais por atropelamento e para evitar o isolamento e declínios de espécies.

4.4.1 Conexões favoráveis

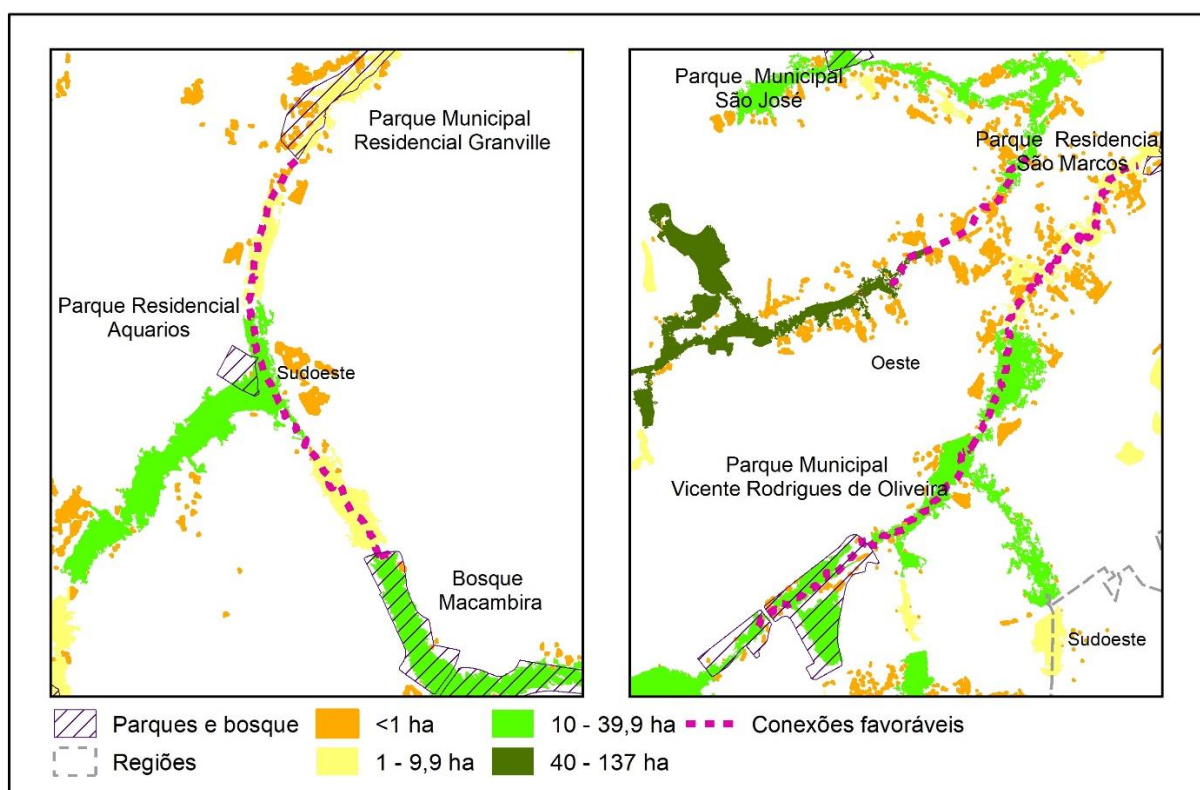
Para delinear as conexões favoráveis a implantação de corredores ecológicos foi considerada as estruturas urbanas da paisagem e alguns elementos que definem suas características bióticas e abióticas. Desta forma, as Regiões Oeste e Sudoeste, são as duas porções da bacia, que mais apresentam aspectos que facilitariam a implantação de corredores ecológicos dentro das faixas de *buffers* delimitadas. A Região Oeste com sua característica agropecuária e ausência de barreiras estruturais como as densas estradas pavimentadas, avenidas e construções como galpões, prédios comerciais, garagens dentre outros, torna mais fácil a implantação de estratégias de conectividade entre os fragmentos de vegetação.

Para Alvey (2006), apesar da evidência de que as áreas urbanas e suburbanas podem abrigar níveis relativamente altos de biodiversidade, é amplamente entendido que as áreas fortemente urbanizadas não suportam tantas espécies, especialmente aquelas que são nativas, em comparação com as áreas menos urbanizados.

A Região Sudoeste, apesar de ter uma característica mais urbanizada que a Região Oeste, ainda conserva parte de sua vegetação e também algumas características de uso agropecuário. É importante ressaltar que as estratégias de conservação como o PUAMA nesta região, soma-se como um fator favorável a ampliação de alguns parques lineares, que em conjunto poderão configurar corredores ecológicos.

Ademais a presença da APA do Morro do Mendanha, faz com que a vegetação presente nas Regiões Oeste e Sudoeste, conte com um expressivo remanescente florestal, que proporciona a criação e manutenção, de conexões das áreas verdes com a mencionada APA, para a formação de corredor ecológico (Figura 26). Assim, no delineamento representado em cor rosa (Figura 27), as conexões indicadas como favoráveis, configuram áreas que interligam grandes fragmentos de vegetação (>40 ha), a outros fragmentos e/ou áreas de parques da cidade.

Figura 27: Espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com ilustração das conexões favoráveis para implantação de corredores ecológicos.

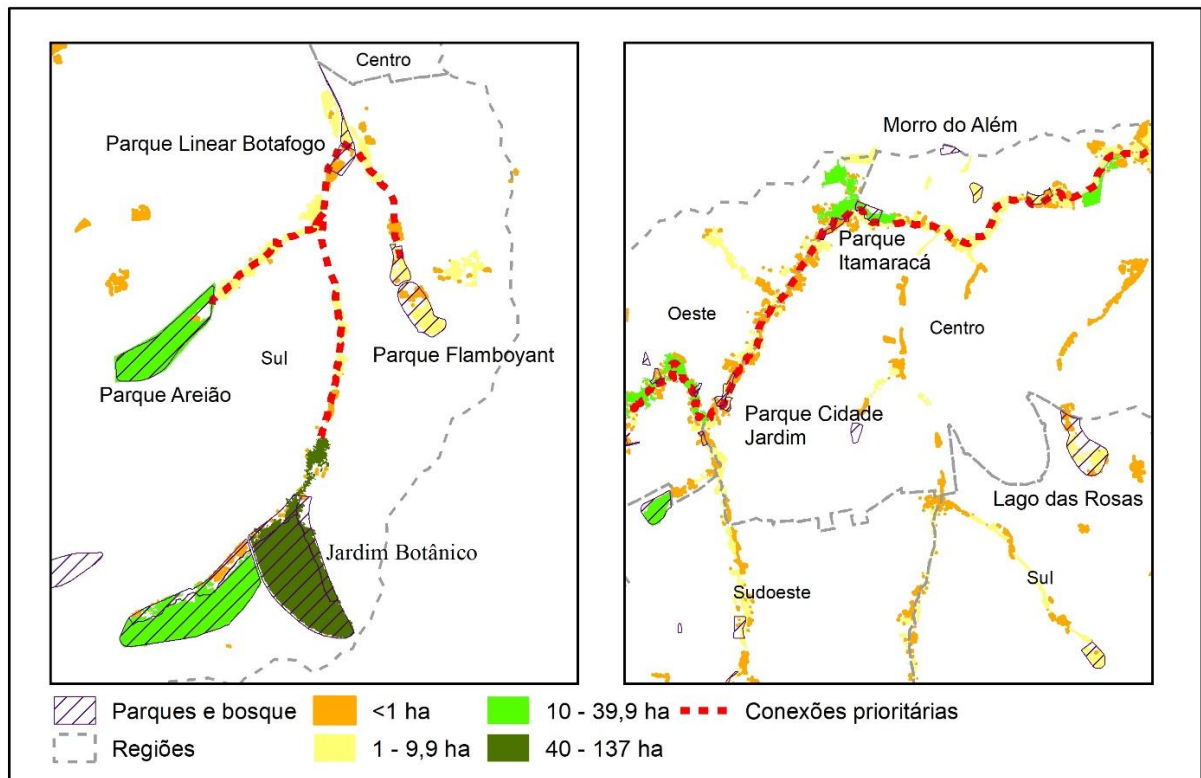


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.4.2 Conexões prioritárias

A diretriz para a seleção das áreas prioritárias à implantação de corredores ecológicos foi a manutenção da estabilidade hídrica, conectividade de parques que representam fragmentos de vegetação e conservação das APPs. Assim, como áreas prioritárias, ilustradas na Figura 28, elencou-se as Regiões Sul e Centro, que são áreas amplamente urbanizadas e altamente fragmentadas, da bacia. Suas construções e malhas viárias são fatores altamente limitadores para uma boa conexão dos fragmentos de vegetação, porém necessárias.

Figura 28: Espacialização dos fragmentos da vegetação presente na Bacia do Ribeirão Anicuns, com ilustração das conexões prioritárias para implantação de corredores ecológicos.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A Região Sul é uma região propícia as inundações, apesar das inúmeras áreas verdes e do conjunto de parques urbanos como o Parque Jardim Botânico, Anicuns e Botafogo. Essa Região, devido estar altamente urbanizada apresenta características que emanam prioridade para intervenções. Assim, a implantação de um sistema de drenagem urbana efetiva, parques e vegetações conectados, poderiam resultar em um mecanismo mais efetivo de melhora de suas condições ambientais.

A Região Centro, assim como a Região Sul, também é altamente urbanizada e, portanto, apresenta problemas semelhantes. Problemas com conservação das APPs, inundações e alagamentos relacionados aos seus córregos também são evidentes, em especial na Marginal Botafogo, próxima a Avenida Independência. Nessa região, a implantação de um corredor ecológico é uma estratégia complexa, e necessária, devido à presença da Marginal Botafogo em grande parte das APPs do córrego de mesmo nome.

Entretanto, do mapa gerado e das visitas realizadas *in loco*, verificou-se que a melhor possibilidade da implantação de um corredor ecológico a curto/médio prazo está localizada na parte norte desta região, especificamente na divisa com a Região Norte, onde a área de

preservação permanente do Ribeirão Anicuns ainda é mantida (Figura 26). Outro delineamento de conexão prioritária, encontra-se na Região Sul, interligando o Parque Linear Botafogo aos parques Jardim Botânico, Areião e Flamboyant (Figura 27).

Apesar das mencionadas potencialidades de conexões entre as áreas verdes, estas requerem atenção do ponto de vista da biodiversidade, em especial dos parques, bosques e APPs. Semelhantemente, em seus estudos na cidade de Debrecen, no leste da Hungria, Hüse *et al.* (2016) demonstraram que os parques urbanos mesmo representando elementos importantes a biodiversidade local, as maiores extensões de vegetação, são altamente afetadas por espécies invasoras. Assim os autores, revelam que o primeiro passo para a manutenção da biodiversidade urbana deve ser a presença de espécies nativas nos parques urbanos e a eliminação de espécies invasoras como por exemplo espécies ornamentais não nativas.

5. Considerações Finais

Goiânia, assim como qualquer cidade brasileira apresenta diversos problemas em sua área urbana. Estudar a cidade como organismo, representa a necessidade de uma visão sistêmica, pois o ambiente urbano apesar de altamente modificado conta com características que requerem atenção. As áreas verdes como as APPs, Reserva Legal e APAs e podem representar uma realidade diferente para as cidades, visto que na própria legislação brasileira, como a do Código Florestal, pode subentender tal afirmação. Desta perspectiva, as áreas verdes estão presentes nas cidades, principalmente nos parques urbanos, que representam a forma como a população tem acesso a natureza e, portanto, a melhoria do bem-estar.

O crescimento urbano trouxe para Goiânia e para a Bacia do Ribeirão Anicuns, a ocupação e supressão de boa parcela de suas áreas de vegetação, tanto por motivos administrativos, como para a especulação do setor imobiliário. Hoje a realidade da cidade, remete-se a remanescentes de vegetação altamente fragmentada e com fragmentos, na maioria, muito pequenos. Neste sentido, apesar dos Planos Diretores terem como função pautar o crescimento da cidade, sua expansão, fugiu do escopo previsto.

Assim sendo, é importante reconsiderar que as áreas verdes urbanas possibilitam a solução de problemas como regulação da drenagem, poluição do ar e sonora, ilhas de calor, proteção de nascentes, preservação e manutenção da fauna e flora, além de proporcionar o bem-estar e recreação para população e a harmonia cénica da paisagem. Elementos estes, que devem buscar pelo tripé da sustentabilidade que é pauta discutida mundial e, vai de encontro aos interesses dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS11) das cidades, previsto na Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU).

Deste modo, esse trabalho buscou avaliar e elencar problemas e destacar áreas que necessitam de cuidados, tanto no sentido de cambio para evitar danos ambientais e sociais, como de elementos, que contam com uma característica favorável a ampliação de projetos que de fato possam trazer a imagem concisa de “*capital verde*” à Goiânia.

Obras que comprometem a qualidade das áreas verdes urbanas como a da Marginal Botafogo, devem acontecer baseada em estudos de impactos e legislações ambientais existentes pois, a ocupação de APPs e impermeabilização de rios e córregos, podem trazer danos incalculáveis. Neste sentido, o Código Florestal Brasileiro prevê intervenção em áreas de fundo

de vales, incluindo APPs, na hipótese de utilização pública, a exemplo, das áreas de recreação como os parques lineares.

A relevância do método aplicado foi demonstrada pela parametrização de prováveis corredores ecológicos. A Bacia Hidrográfica do Anicuns apresenta 7 grandes fragmentos florestais (> que 40 hectares), dentre eles estão o Parque Jardim Botânico, o Morro do Mendanha, assim como outros remanescentes. Tal características representa áreas que podem ser utilizadas como áreas núcleos para implantação de corredores ecológicos e regeneração da vegetação na ampliação de conectividade e redução do nível de fragmentos, em especial, dos polígonos menores de 1 hectare.

Dos resultados obtidos, conclui-se que as áreas amplamente urbanizadas em região de APPs de cursos d'água e que possuem problemas recorrentes de inundações, foram pontuadas assertivamente, como conexões prioritárias a implantação de corredores ecológicos, pois problemas recorrentes como o identificado danifica o social da cidade. Assim, os objetivos da pesquisa foram alcançados e a metodologia mostrou-se efetiva para o estudo da dinâmica da área de estudo, pois auxiliou a compreender os padrões e características da vegetação fragmentada em cada região da área de estudo.

Na cabeceira da bacia, onde o uso predominante é o agropecuário, a vegetação está presente em APPs e em áreas próximas a elas. Essa configuração da paisagem, representa áreas com maior relação de conexão e proximidades que as áreas verdes presentes, na porção urbanizada. Desta forma, a montante apresenta os fatores mais favoráveis a implantação de corredores ecológicos. Todavia, a jusante soma problemas que podem ser relacionados a passivos nas áreas verdes e ocupação desordenada, o que necessita de planejamento para minimizar tais danos.

O número de fragmentos de vegetação contabilizado foi importante para entender a dinâmica de ocupação da bacia, assim como o entendimento da proximidade e tamanho das áreas verdes mapeadas. Os fragmentos menores que 1 ha representam áreas que requerem atenção, devido ao seu tamanho pouco expressivo. Outras áreas que requerem atenção são os fragmentos muito distantes de outras áreas verdes, pois em um cenário de recuperação de 100 metros, que foi a faixa máxima projetada, ainda restariam 41 fragmentos de áreas verdes dispersos. Dentre estas áreas verdes sem conexões estão os parques: Botafogo, Educativo Lago da Rosas, Zoológico e Bosque dos Buritis.

Por fim, vale ressaltar que na conexão de áreas verdes para a implantação de corredores ecológicos é necessário o planejamento desses espaços em questão, pois podem apresentar

diversas funções, como a melhoria da movimentação de fauna e flora, a manutenção da infiltração da água da chuva e servir como rota para movimentação de aves. Contudo, tais áreas requerem projetos estruturados e bem elaborados, afim de elencar suas funções e a melhor forma, como estes espaços serão reabilitados.

Para Medeiros (2016) a reabilitação das APPs urbanas deve ter como fundamento norteador a formulação de espaços onde a população possa exercer sua cidadania, privilegiando projetos que recuperem os ciclos naturais dos recursos hídricos assim como as áreas vegetadas. Neste sentido, essas áreas representam na Bacia do Anicuns peças chave na implantação e manutenção de corredores ecológicos e dos fragmentos de vegetação ainda existentes, para a melhoria, da biodiversidade e qualidade de vida urbana.

6. Referências Bibliográficas

ACATAMA, Qgis plugin. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/AcATaMa/>. Acesso em: 28/12/2021.

ACKERMANN, M.; SAMORA, P. R. **Área de preservação permanente urbana e o manejo das águas: inovações, resiliência e adaptação aos eventos hidrológicos extremos.** Labor & Eng. Campinas, SP, v. 14, p. 1-10, 2020.

ADLER, F. R; TANNER, C. J. **Ecosistemas Urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído.** Tradução MEDINA, M. B de. São Paulo. Oficina de Texto, 2015.

ALMEIDA, V.C. **Análise do potencial de conectividade dos espaços verdes do Município de Bragança por meio de corredores ecológicos urbanos.** 2021, 50f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Florestais) - Escola Superior Agrária de Bragança. 2021.

ALVEY, A. A., **Promoting and preserving biodiversity in the urban forest.** Urban Forestry & Urban Greening, v. 5, p. 195-201, 2006, ISSN 1618-8667, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>

AMMA. Agência Municipal de Meio Ambiente. **Parques e Bosques.** Disponível em: <<https://www.goiania.go.gov.br/shtml/amma/parquesebosques.shtml>> Acesso em: 02 de novembro de 2020.

ARRAIS, T. A. **A produção do território goiano: economia, urbanização, metropolização.** Goiânia: Ed. UFG, 2013.

BARBOSA, V. L.; JUNIOR, A. F. N. **Leis ambientais e o plano diretor das cidades.** Revista Assentamentos Humanos, Marília, v. 8, p. 25-35, 2008.

BATISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green infrastructure: smart conservation for the 21st century.** Renewable resources journal, v. 20, n. 3, p. 12-17, 2002.

BIONDI, D.; LIMA NETO, E.M. **Distribuição espacial e toponímia das praças de Curitiba PR.** Revista Brasileira de Arborização Urbana, v. 7, p. 31-43, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm> Acesso em: 10 agosto 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Proteção da Vegetação Nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm> Acesso em: 05 maio de 2022.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental no Recurso Especial 1.317.806-MG**. Relator Ministro Humberto Martins. Data do julgamento: 6 nov. 2012-b. Desapropriação Ambiental Indireta. Revista Superior Tribunal Justiça, v.237. a.27, p.21-222, jan/mar 2015.

BRASIL. **Subsídios para um projeto de gestão** / Brasília: MMA e MPO (Projeto Orla), 2004. 104 p.

BRITO, F. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas**. Revista Florianópolis, Editora da UFSC, ed. 2.,2012.

BRITO, G. S. **Alterações ambientais decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns em Goiânia, GO**. 2011, 140f. Dissertação - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

BOLFE, E.L.; FONSECA, E.L; PEREIRA,R.S.; MADRUGA,P.R.A. **Verificação da exatidão em classificação digital de povoamentos florestais em imagem orbital mediante três índices**. Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, Brasil, p. 2671 - 2677. 2003.

BONDUKI, N; FERREIRA, J. S. W. **Pesquisa e análise de aplicação de instrumentos em planejamento urbano ambiental no município de São Paulo**. 2006.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em microbacias hidrográfica**. In: GUERRA, A. J.T.; SILVA, A.S.da; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BUCCHERI, A.T.; NUCCI, J.C. **Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR**. Revista do Departamento de Geografia, v. 18, p. 48-59, 2006.

BUCHHOLZ, S., T. BLICK, K. HANNIG, I. KOWARIK, A. LEMKE, V. OTTE, J. SCHARON, A. SCHÖNHOFER, T. TEIGE, M. VON DER LIPPE. **Biological Richness of a Large Urban Cemetery in Berlin. Results of a Multi-taxon Approach**. Biodiversity Data Journal. v. 4, 2016.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S.S. **Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado**. Forest Ecology and Management, v. 257, p. 2157–2165, 2009.

CAMARINHA, P.I.M.; FERREIRA, C.C.; FERREIRA, M.C.; SOARES, P.V.; SIMÕES, S.J.; TRANNIN, I.C.B. **Proposta metodológica para a definição de corredor ecológico com base em modelagem cartográfica – a bacia do rio Paraíba do Sul, porção paulista**. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, PR, Brasil, p. 1989 - 1996, 2011.

CAMPOS, W. W.; GASPAR, J.; LAGE, M. O.; KAWASHIMA, R. S.; GIANNOTTI, M. A.; QUINTANILHA, J. A. **Avaliação de classificadores de imagem de satélite a partir do uso de uma técnica de votação**. Revista Brasileira de Cartografia, n. 68/8, p. 1653-1664, 2016.

CAMPOS, J. E. G.; RODRIGUES, A. P., ALMEIDA, L.; MAGALHÃES, L. F., MARANHÃO SÁ, M. A. **Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia**. AGIM/GO. Superintendência de Geologia e Mineração da Secretaria da Indústria e Comércio, Goiânia-GO, 2003. 125 p.

CASTELNOU, A.M. N. **Parques Urbanos de Curitiba: de espaços de lazer a objetos de consumo**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v. 13, n. 14, p. 53-73, dez. 2006

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. Anais. 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Vitória, ES, 1992. p. 29-38.

CONTRERAS, M.J. **Los espacios verdes en la ciudad sostenible**. Observatorio Medioambiental, v.20, p. 37-58, 2017. <https://doi.org/10.5209/OBMD.57945>

COUTO, P. **Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em Fragstats**. Investigação Operacional, v.24, n.1, p.109-137, 2004.

CUNHA, M. I. A., MASSOL, E. V., ALBERNAZ, N. S., SANTOS, V. S. **Métricas da Paisagem e Geotecnologias na avalia o da fragmenta o da vegeta o na microbacia da Casca, no estado de Mato Grosso**. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 610 -621, 2014.

DESLAURIERS, M.; ASGARY, A.; NAZARNIA, N.; JAEGER, J., **Implementing the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI)**. In: Ecological Indicators. Montreal: Elsevier, ed. 94, p. 99-113, 2018.

DIAS, L.S.O.; ROCHA, G.A.; BARROS, E.U.A.; MAIA, P.H.P. **Utiliza o do radar interferométrico para delimita o automática de bacias hidrográficas**. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 4, n. 2, p. 265-271, 2004.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. 2007. 175p.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. Londres: Chapman e Hall, 1998. 235 p.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio de Língua Portuguesa**. Coordena o Marina Baird Ferreira, Margarida dos Anjos. Curitiba, Editora Positivo, ed. 5. 2010, 2272p. ISBN: 978-85-38504198-1

FERNANDES, E. **Impacto socioambiental em áreas urbanas sob a perspectiva jurídica**. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). Impactos Socioambientais Urbanos. Curitiba: Ed. UFPR, 2004, 101p.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics – The ecology of landscapes and regions**. Cambridge: University Press, 1995.

GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007.** Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia. Disponível em:<<https://www.goiania.go.gov.br/Download/seplam/Colet%C3%A2nea%20Urban%C3%ADstica/1.%20Plano%20Diretor/1.%20Plano%20Diretor%20-%20Lei%20Comp.%20171.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2022

GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 349, de 04 de março de 2022.** Plano Diretor do Município de Goiânia. Disponível em:<https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2022/lc_20220304_000000349.html#ART000303INC000007>. Acesso em: 01/08/2022

GOIÂNIA. **Sistema Municipal de Unidades de Conservação e Parques Urbanos de Goiânia (SMUC/GNA).** Minuta do Projeto de Lei que Institui o Sistema Municipal de Unidades de Conservação e Parques Urbanos de Goiânia. 2003.

HENRIQUE, W. **Proposta de periodização das relações sociedade-natureza: uma abordagem geográfica de ideias, conceitos e representações,** In: Terra livro, São Paulo. n. 24, p.151 – 175, 1986.

HILTY, J., WORBOYS, G.L., KEELEY, A., WOODLEY, S., LAUSCHE, B., LOCKE, H., CARR, M., PULSFORD I., PITTOCK, J., WHITE, J.W., THEOBALD, D.M., LEVINE, J., REULING, M., WATSON, J.E.M., AMENT, R., Y TABOR, G.M. **Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos.** Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas. n. 30, 2021.

HONG, W.; GUO, R.; SU, M.; TANG, H.; CHEN, L.; HU, W., **Sensitivity evaluation and land-use control of urban ecological corridors: A case study of Shenzhen, China,** Land Use Policy, v. 62, p. 316-325, 2017, ISSN 0264-8377.<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.010>.

HÜSE, B., SZABÓ, S., DEÁK, B., TÓTHMÉRÉSZ, B. **Mapping an ecological network of green habitat patches and their role in maintaining urban biodiversity in and around Debrecen city (Eastern Hungary).** Land Use Policy. v. 57, p. 574-581, 2016, ISSN 0264-8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.026>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** 2021. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>>Acesso em: 10 de maio de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** 2010. Disponível em:<<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Câmeras Imageadoras CBERS 04A.** Dez, 2019. Disponível em:< <http://www.cbbers.inpe.br/sobre/cameras/cbbers04a.php> >. Acesso em: 25 de maio de 2021

JANKO, J. C. **Aplicação de uma metodologia no monitoramento ambiental em recifes de corais, utilizando VANT e classificador supervisionado.** Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2019, 39f.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, A.M.L.P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUZA, M.A. B.; FIALHO, N. de O.; DEL PICCHIA, P.C.D. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos**. II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, São Luís, de 18 a 24 de setembro de 1994.

LOUZADA, F.L.R.O.; SANTOS, A.R.; SILVA, A.G. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3**. CAUFES – Alegre, ES , 2010. 50p.

MACIEL, T.T.M.; BARBOSA, B. C.. **Áreas Verdes Urbanas: História, Conceitos e Importância Ecológica**. Ces Revista, Juiz de Fora, v. 29, n. 1. p. 30-42, jan./jul. 2015 – ISSN 1983-1625.

MARTINS, G.A.F; SILVA, J.G; GOMES, G.O. **A função das praças públicas no meio ambiente urbano**. FIEP BULLETIN- Special Edition – v. 84, 2014.

MARQUES, L.; GRANDINETTI, L.; FERREIRA, R. A. S., REIS, G.S. **Metodologia para definição de áreas favoráveis para implantação de corredor ecológico, utilizando ferramenta do Sistema de Informação Geográfica**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, p.4436 – 4443, 2011.

MCKINNEY, M. L. **Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems**, BioScience, v. 52, n. 10, p. 883–890, 2002. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)

MEDEIROS, J. M.M.. **Parques lineares ao longo de corpos hídricos urbanos: conflitos e possibilidades; o caso da orla do lago Paranoá – DF**. 2016. 368 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

MEDEIROS, V.S. **Análise estatística de eventos críticos de precipitação relacionados a desastres naturais em diferentes regiões do Brasil**. 2013. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.3.2013.tde-04102013-113054.

MMA, Ministério do Meio ambiente. **Áreas Verdes Urbanas**. 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas>. Acesso em: 24 de Maio de 2020.

MORAGAS, W. M. **Análise dos sistemas ambientais do Alto Rio Claro - Sudoeste de Goiás: contribuição ao planejamento e gestão**. 2005. 214 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2005.

MOREIRA, J. F. R.; SILVA, C.A. **Paisagem Urbana e Áreas Verdes: Contexto dos parques urbanos de Goiânia**. Boletim Goiano De Geografia, v. 32, n. 2, p. 239–254. 2012. <https://doi.org/10.5216/bgg.v32i2.21090>

MORETTI, A. I.P. **Mapeamento de corredores ecológicos na APA Fernão Dias - MG a partir de técnicas de geoprocessamento e análise espacial.** 2011. 126 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2011.

MOYSÉS, A.; SANTOS, S. S. R. **Cidade, território e requalificação urbana: programa Macambira-Anicuns na metrópole goianireNSE.** Mercator, v. 8, n. 17, set./dez. 2009.

MUBDG (Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia). **Companhia de Processamento de dados da Prefeitura Municipal de Goiânia.** Versão 25, v. 23, arquivo digital. 2016.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C.V.; CAMPOS, J.B.; MACHADO, A.L.T.; CURCIO, G. R. **Metodologia de Planejamento de Paisagens Fragmentadas Visando a Formação de Corredores Ecológicos.** Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 147-162, jan./mar. 2010.

NASCIMENTO, M.R. **Conectividade das áreas verdes na cidade de Lisboa para a fauna.** 2018, 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova Lisboa, Mestrado em Engenharia do Ambiente, 2018.

NELSON, A.C. **A unifying view of greenbelt influences on regional land values and implications for regional planning policy.** Growth Change, v. 16, ed. 2, p. 43-48, 1985.

NIKOLAKAKI, P.; DUNNETT, N. **The use of spatial concepts as a basis for designing a viable-habitat network: conserving redstart (*Phoenicurus phoenicurus*) populations in Sherwood Forest, England.** Journal for Nature Conservation, v. 13, p. 31-48, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=281099&view=detalhes>>. Acesso em: ago. 2020.

NOBRE, P.S.; BATAGHIN, F.A. **Caracterização da arborização como ferramenta para implantação de corredores ecológicos urbanos.** REVSBAU, Curitiba – PR, v. 16, n. 2, p. 54-72, 2021

NUCADA, M. K.; BARREIRA, C. C. M.A. **Rio Meia Ponte e córregos que serpenteiam a cidade de Goiânia.** Revista Mosaico, v. 1, n. 2, p. 206-214, jul./dez., 2008

NUNES, F. G. **Modelagem hidrológica e técnicas de geoprocessamento na estimativa da impermeabilização do solo e escoamento superficial da bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns - Goiânia (GO).** Ateliê Geográfico, v. 6, n. 2, p. 55-74, 2012.

NUCCI, J. C.; PRESOTTO, A. **Planejamento de espaços livres localizados nas zonas urbanas.** In: SANTOS, D. G.; NUCCI, J. C.. (Org.). Paisagens Geográficas: um tributo a Felisberto Cavaleiro. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, cap. 5, p. 78-102, 2009.

OLIVEIRA, H.A.; BEKER, S.S.; DOMINGOS, J.M. **Goiânia-GO: Um projeto de cidade-jardim que não resistiu às forças do progresso.** Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 8, n. 3, p. 356 -378, set-dez 2019.

OLIVEIRA, F.A.; ARANTES, C.Q.; OLIVEIRA, J.A.; PEREIRA, T.S.R.; PEREIRA, T.S.R.; FORMIGA, K.T.M. **Determinação do limite da faixa de inundação com uso do hec-ras para o parque linear do córrego Macambira em Goiânia, Goiás.** REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.5216/reec.V11i1.32101. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/32101>. Acesso em: 22 maio. 2022.

PÁDUA, A. A. S. de. **A Sobrevida da Marcha para o Oeste.** Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, v. 34, n. 7/8, p. 623-643, jul. /ago. 2007. ISSN 1983-781X.

PEI,T.; XU, J.; LIU, Y.;HUANG, X., ZHANG, L; DONG, W.; QIN, C, SONG, C.; GONG, J.; ZHOU, C. **GIScience and remote sensing in natural resource and environmental research: Status quo and future perspectives.** Geography and Sustainability, v. 2, n. 3, p. 207 – 215, Set. 2021

PELLEGRINO, P. R. M.; GUEDES, P. P.; PIRILLO, F. C., FERNANDES, S. A. A **paisagem da borda: uma estratégia para condução das águas, da biodiversidade e das pessoas.** In: COSTA, L. M. S. A. (org.). Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: PROURB, p. 57 -76, 2006.

PENG, J.; ZHAO, H.; LIU, Y. **Urban ecological corridors construction: A review.** Acta Ecologica Sinica. v. 37, n. 1, p. 23-30, fev. 2017.

PEREZ, L.P. **Índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos e deslizamentos de terra, em função de eventos extremos de clima, na Região Metropolitana de São Paulo: uma proposta de método.** 2013, 115 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.8.2013.tde-12032014-121536.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E & DEL PRETTE, M. E. **A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais.** In SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** Ilhéus: Editus, 2002. 289 p. ISBN: 85-7455-053.

PORTIS, G. T.; SANTOS, A. M. dos; NUNES. F. G. **A influência da Infraestrutura de Transportes sobre a Temperatura de Superfície em um corredor BRT, na cidade de Goiânia/GO.** Revista Ateliê Geográfico, Goiânia-GO, v. 16, n. 1, p. 143–164, abr./2022.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas.** Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

RAMOS, H. F.; NUNES, F. G.; SANTOS, A. M. **Índice de áreas verdes como estratégia ao desenvolvimento urbano sustentável das Regiões Norte, Noroeste e Meia Ponte de Goiânia-go, Brasil.** Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia, v. 29, n. 1, p. 86-101, 2020.

REGO, T. L.; BARROS, J. R. **Alagamentos e inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da defesa civil.** Revista Formação (online). São Paulo. v. 1, n. 21, p. 170 – 185, 2014.

RIBEIRO, M. E. J. **Infraestrutura verde: uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares. Por um planejamento urbano ecológico para Goiânia.** 2010, 374 f. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RIBEIRO, T. G. **Indicadores geoquímicos na avaliação da qualidade da ambiental Bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns em Goiânia, Goiás.** 2017, 160 f. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) - Instituto de geociências, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2017

SANTOS, F.A.A.; ROCHA, E.J.P.; SANTOS, J.S. **Dinâmica da Paisagem e seus Impactos Ambientais na Amazônia.** Revista Brasileira de Geografia Física v. 12, n. 05, p. 1794-1815, 2019.

SANTOS, J. A. **Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB.** João Pessoa. 2007, 112 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, 2007.

SANTOS, K. R dos; ROMÃO, P. A de. **Espacialização de inundações em Goiânia (GO) (2004-2007).** Boletim Goiânia de Geografia, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 81-97. 2010.

SANTOS, M. **Espaço do cidadão.** 3.ed. São Paulo: Nobel, 1997.

SANTOS, J.N.D.R; SILVA; F.C.A. **Análise das fases de urbanização do território goiano: uma resposta à atual configuração urbana de Goiás.** Revista OKARA: Geografia em debate, João Pessoa, PB, v. 10, n. 1, p. 93-109. João Pessoa, PB, 2016. ISSN: 1982-3878.

SANTOS, K. R. **Spatial Distribution of Floods in Goiânia (GO) Analysis this phenomenon in the Basin Creek Quarry.** 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTOS, R.A; PELUZIO, T.M.O; SAITO, N.S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: aplicações práticas.** Alegre, ES: CAUFES, 2010, 153p.

SCALISE, W. **O Espaço Livre Público como Instrumento de Construção e Qualificação da Paisagem Urbana.** Revista Assentamentos Humanos, Marília, v. 3, n. 1, p. 25-32, 2001.

SCALISE, W. **Parques Urbanos - evolução, projeto, funções e uso.** Revista Assentamentos Humanos, Marília, v. 4, n. 1, p. 17-24, 2002.

SIQUEIRA, C. L. A. **Legislação ambiental: aspectos legais, críticos e proposições frente à realidade da nascente do Ribeirão Anicuns.** 2007, 98 f. Dissertação (mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007.

SOUSA, J.C; SOUSA, F.E.S.; SILVA, T.R.; ALAMY, J.E.. **Mapeamento dos espaços livres públicos e áreas verdes da bacia urbana do córrego das Lajes.** I congresso brasileiro de gestão ambiental, Bauru, SP, 2010.

SOUZA, J. R. B; NUNES, F. G.; SANTOS, A. M. dos. **Análise da configuração espacial das áreas verdes urbanas e dos corredores ecológicos no município de Goiânia – GO.** Revista GeoNordeste, São Cristóvão, Ano XXXI, n. 1, p. 168-187, Jan./Jun. 2020.

STEVAUX, J.C; LATRUBESSE, E.M. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017, 336 p.

STREGLIO, C. F. C; OLIVEIRA, I. J. **Parques urbanos de Goiânia-GO: papel social e potencial turístico.** RAÍÇA – O espaço geográfico em análise, v. 23, p. 317-339, 2011.

STORY, M.; CONGALTON, R. G. **Accuracy Assessment: A User's Perspective.** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 52, n. 3, p. 397-399, 1986.

THOMÉ, R., **O valor indenizatório em desapropriações de áreas de preservação permanente em zona urbana.** Revista Jurídica FA7, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 103-114, jan./jun. 2018.

TOMLIN, D. **Geographic information systems and cartographic modeling.** New York, Prentice Hall, 1990

TUCCI, C.E.M. **Gestão das inundações urbanas.** Porto Alegre, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas.** ABRH, 2007. 393p.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. **Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí.** Scientia Florestalis, n. 62, p. 114-119, 2002.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. **Técnicas De Classificação De Imagens Para Análise De Cobertura Vegetal.** 2005. Disponível em: <<http://mtc.m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.11.17/doc/INPE-6977.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2021.

VIEIRA, G. C. L. **Goiânia através dos espaços públicos: praças e parques como fator de segregação.** 2020. 152 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

VOGT, P; RIITERS, K.H.;IWANOESKI,M.; ESTREGUIL,C.;KOZAK, J. SOILLE,P. **Mapping landscape corridors,** Ecological Indicators,v. 7, ed. 2, p. 481-488, 2007. ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.001>.

VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats.** Trabalho de análise espacial do curso de mestrado do INPE - São José dos Campos, São Paulo – SP, 1998.

YIN, H.W.; KONG, F.H.; QI, Y.; WANG, H.Y., ZHOU, Y.N. , QIN, Z.M. . **Developing and optimizing ecological networks in urban agglomeration of Hunan Province China.** Acta Ecol. Sin., v. 31, p. 2863-2874, 2011.