Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - FAENG

AMINY KOKEHARA

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA PAISAGEM HÍDRICA URBANA

PGRN

Campo Grande, MS.

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

AMINY KOKEHARA

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA PAISAGEM HÍDRICA URBANA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Linha de pesquisa: Natureza e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Ubiratan Hepp
Coorientador: Profa. Dra. Eliane Guaraldo

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Ubiratan Hepp
Orientador PGRN- UFMS

Profa. Dra. Eliane Guaraldo
PGRN -FAENG - UFMS

Profa. Dra. Adriana Takahasi
FAENG - UFMS

Prof. Dr. Ariel Gomes Ortiz
FAENG - UFMS

Profa. Dra. Camila Aoki
PGRN - FAENG - UFMS

Campo Grande, MS.
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador e coorientadora.

Agradeço a todos os docentes do curso de pós-graduação em Recursos Naturais.

Agradeço a todos os colegas discentes.

Agradeço ao PGRN, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FAENG) da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Agradeço à CAPES pelo acesso ao Portal de Periódicos.

Agradeço à Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil pelo apoio.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da FAPEC, uma fundação sem fins lucrativos voltada ao Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS i
SUMÁRIO ii
LISTA DE FIGURAS iv
LISTA DE TABELA vi
RESUMO GERAL vii
GENERAL ABSTRACT vii
INTRODUÇÃO GERAL 1
OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS 5
ÁREA DE ESTUDO 6
PRIMEIRO CAPÍTULO 9
ÁREAS VERDES EM ZONAS RIPÁRIAS URBANAS 9
1.1. INTRODUÇÃO 10
1.2. MATERIAL E MÉTODOS 14
1.2.1 Área de estudo 14
1.2.2. Imagens e Zona Ripária 15
1.2.3. Índice de Vegetação 16
1.2.4. Seção Transversal do curso d'agua 17
1.2.5. Análise estatística 18
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES 19
1.3.1 Áreas Verdes 19
1.3.2 Seção Transversal 22
1.4. CONCLUSÃO 26
1.6. REFERÊNCIAS 27
SEGUNDO CAPÍTULO 31
FLORESTA URBANA E PAISAGENS HÍDRICAS: CASO DE UMA CIDADE NO CENTRO-OESTE DO BRASIL 31
2.1 INTRODUÇÃO 32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS 34

2.2.1 Área de estudo 34

2.2.2 Levantamento de dados 36

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 38

2.3.1 Processos da paisagem 38

2.3.2 Recursos e Valores da paisagem 41

2.3 CONCLUSÃO 49

2.4 REFERÊNCIAS 50

TERCEIRO CAPÍTULO 53

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PAISAGENS HÍDRICAS URBANAS 53

3.2. INTRODUÇÃO 54

3.3. MATERIAL E MÉTODOS 56

3.2.1 Área de estudo 56

3.2.2 Serviços Ecossistêmicos de zonas ripárias urbanas 56

3.2.3 Indicadores de integridade ecológica e serviços ecossistêmicos 57

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 59

3.4.1 Integridade Ecológica 59

3.4.2 Serviços Ecossistêmicos 60

3.5. CONCLUSÃO 64

3.6. REFERÊNCIAS 65

CONSIDERAÇÕES FINAIS 67

REFERÊNCIAS 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do município de Campo Grande – MS (PLANURB, 2022) 6

Figura 1.1 Área Urbana de Campo Grande - MS com a delimitação das 10 microbacias Hidrográficas e seus respectivos cursos hídricos. 15

Figura 1. 2 Área urbana de Campo Grande - MS com a classificação do NDVI ao longo da zona ripária dos cursos hídricos estudados. 19

Figura 1. 3: Percentual das classes de NDVI na zona ripária por curso hídrico urbano na cidade de Campo Grande, MS. 21

Figura 1.4 Área urbana de Campo Grande – MS com a classificação da seção da calha ao longo dos cursos hídricos estudados 23

Figura 1.5 Área urbana de Campo Grande com a classes de Revestimento dos cursos Hídricos. 24

Figura 2.1 Perfil esquemático de uma Mata Ciliar (a) e Mata de Galeria (b). 33

Figura 2.2 Área urbana de Campo Grande - MS com a localização da área de estudo os cursos hídricos das bacias hidrográficas do Segredo e do Anhanduí, localização do centro da cidade 35

Figura 2.3 Evolução dos loteamentos aprovados. 38

Figura 2.4 Área urbana de Campo Grande - MS com os cursos hídricos, bacias hidrográficas e localização do centro da cidade 39

Figura 2.5 A direito mapa da localização do monumento marco zero e a direita imagem de aerofotogrametria 2013. 40

Figura 2.6 Fotos do Córrego Maracaju localizado na Rua Maracaju em Campo Grande, MS. 41

Figura 2.7 Localização das tipologias de ocupação dos cursos hídricos urbanos 44

Figura 2.8 Localização das tipologias de ocupação dos cursos hídricos urbanos. A esquerda imagem NDVI (Capítulo 1) a direita Imagem CBERS 04a. 46

Figura 2.9 Mapa da localização dos Parques em Campo Grande – MS..... 46

Figura 3.1 Média do Índice de Qualidade da Água de 2022 nos cursos hídricos de Campo Grande - MS 61

Figura 3.2 Zonas Especiais de Interesse Ambiental de Campo Grande - MS..... 62

LISTA DE TABELA

Tabela 1.1 Classes de NDVI e intervalos da divisão utilizadas para o município de Campo Grande, MS..... 17

Tabela 1.2 Classes de NDVI e intervalos da divisão utilizadas para o município de Campo Grande, MS..... 18

Tabela 1.3 Correlação linear de Pearson dos dados das seções transversais com as proporções das classes de cobertura do solo (NDVI) por curso hídrico no perímetro urbano de Campo Grande – MS. 25

Tabela 2.1 Seção transversal e descrição de tipologias levantadas nos cursos hídricos da bacia do Segredo e Anhandui, na cidade de Campo Grande..... 42

Tabela 3.1 Justificativas e Indicadores de Integridade Ecológica e Serviços Ecossistêmicos..... 58

RESUMO GERAL

KOKEHARA, A. (2024). Serviços Ecossistêmicos da Paisagem Hídrica Urbana. 2024. 81 páginas. Dissertação - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Esta dissertação investiga os serviços ecossistêmicos em paisagens hídricas urbanas, com foco nos bosques ripários e sua relevância para a biodiversidade, a qualidade ambiental e o bem-estar humano, tendo a cidade de Campo Grande, MS, como estudo de aplicação. Esta dissertação está estruturada em três capítulos. O primeiro capítulo analisa a cobertura verde nas zonas ripárias dos cursos hídricos urbanos, utilizando o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Foi constatada uma predominância de áreas sem vegetação e uma associação entre a ausência de vegetação e o revestimento dos cursos d'água, especialmente no centro da cidade. O segundo capítulo aborda os efeitos da urbanização acelerada, destacando a impermeabilização do solo e as enchentes crônicas resultantes. Como conclusão, é proposta a necessidade de uma abordagem paisagística para a gestão das águas urbanas, enfatizando a conservação dos bosques ripários nas microbacias dos córregos Anhanduí e Segredo. O terceiro capítulo foca nos serviços ecossistêmicos proporcionados pelos bosques ripários, correlacionando a integridade ecológica dessas áreas com a qualidade da água e a cobertura vegetal. Conclui-se que a manutenção da integridade ecológica das áreas ripárias é essencial para a provisão de serviços ecossistêmicos, recomendando-se políticas de conservação e planejamento urbano sustentável para melhorar a qualidade de vida em Campo Grande.

Palavras-chave: Floresta urbana, ambientes aquáticos, ambiente urbano, zonas ripárias, qualidade ambiental.

GENERAL ABSTRACT

KOKEHARA, A. (2024). Ecosystem Services of Urban Water Landscapes. 2024. 81 pages. Dissertation - Graduate Program in Natural Resources. Federal University of Mato Grosso do Sul, Brazil.

This dissertation investigates ecosystem services in urban water landscapes, focusing on riparian woodlands and their relevance to biodiversity, environmental quality, and human well-being, using the city of Campo Grande, MS, as the study application. The dissertation is structured into three chapters. The first chapter analyzes the green cover in the riparian zones of urban watercourses using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). It was found that there is a predominance of areas without vegetation and an association between the absence of vegetation and the channeling of watercourses, especially in the city center. The second chapter addresses the effects of accelerated urbanization, highlighting soil impermeabilization and the resulting chronic flooding. It concludes with the proposal of a landscape-based approach to urban water management, emphasizing the conservation of riparian woodlands in the micro-basins of the Anhanduí and Segredo streams. The third chapter focuses on the ecosystem services provided by riparian woodlands, correlating the ecological integrity of these areas with water quality and vegetation cover. The conclusion is that maintaining the ecological integrity of

riparian areas is essential for the provision of ecosystem services, recommending conservation policies and sustainable urban planning to improve the quality of life in Campo Grande.

Keywords: *Urban forest, aquatic environments, urban environment, riparian zones, environmental quality.*

INTRODUÇÃO GERAL

Os diferentes ecossistemas geram inúmeros benefícios para as pessoas, chamados de serviços ecossistêmicos (SE). Os SE são classificados em três categorias: provisão, regulação e culturais, de acordo com a iniciativa de Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) (REINHARD, 2020). Os **serviços de provisão** são os produtos que as pessoas obtêm da natureza como água, alimentos e madeiras (exemplos: água potável, alimentos como frutas e grãos, madeira para construção). Os **serviços de regulação** são os benefícios obtidos através da regulação do ambiente realizados pelos ecossistemas e seres vivos regulação do clima, purificação da água, e controle de pragas (exemplos: controle de enchentes, regulação climática, polinização). Por sua vez, os **serviços culturais** são os benefícios que as pessoas obtêm do contato com a natureza que contribuem para a cultura e relações sociais como recreação, inspiração estética, e valor espiritual, que contribuem para a cultura e relações sociais (exemplos: parques para lazer, paisagens naturais inspiradoras, sítios sagrados).

Entre os inúmeros SE fornecidos pelos ambientes naturais, os serviços relacionados à água são altamente complexos, pois as ações em um determinado espaço territorial podem afetar de maneira diferente os serviços percebidos em outros territórios (JOBBÁGY et al., 2022). Desta forma, reconhecer a complexidade espacial é crucial para o reconhecimento da importância dos ecossistemas aquáticos no meio urbano, além de auxiliar no planejamento e gestão das cidades (JOBBÁGY et al., 2022). Em complemento, é necessário o planejamento das paisagens urbanas de modo a suprir as necessidades humanas, garantir a proteção da biodiversidade e o fornecimento de SE à população (REINHARD, 2020).

As áreas verdes urbanas compõem a floresta urbana e são espaços livres de vegetação composta em sua maior parte por cobertura vegetal (BARGOS; MATIAS, 2019; BIONDI, 2023). Estes espaços oferecem SE indispensáveis ao equilíbrio ecológico e à qualidade de vida da população (REYES-PAECKE; FIGUEROA, 2010; FARES et al., 2020), além de desempenharem um importante papel na estruturação da infraestrutura verde e do ecossistema urbano (DOICK et al., 2016).

A floresta urbana é composta por espaços públicos e privados que abrangem diversos tipos de componentes vegetais dentro da cidade, não se restringindo apenas aos grupos arbóreos (KONIJNENDIJK et al., 2006; SALBITANO et al., 2016; BIONDI, 2023). Dentre esses espaços, um componente importante da floresta urbana são as florestas ripárias, que se encontram nos vales e às margens dos cursos d'água (COUTINHO, 2016).

A despeito da importância das áreas verdes, o que se observa no entanto é a intensificação das atividades humanas que modificam as paisagens naturais em mosaicos antrópicos, convertendo espaços de vegetação nativa em fragmentos de habitats dispersos (RIBEIRO; MELLO; VALENTE, 2020). Essas alterações têm afetado os ecossistemas urbanos, especialmente os cursos d'água, os quais têm sofrido contínuas transformações e se tornando objetos de rejeição e esquecimento para a população (GORSKI, 2010).

Diante desse processo de alteração das paisagens urbanas, observa-se uma degradação contínua dos cursos hídricos, o qual representa um problema à saúde pública, acentuando a desvalorização deste recurso tão indispensável para os seres vivos (GORSKI, 2010), ao passo que o crescimento urbano aumentou a impermeabilização do solo das bacias hidrográficas e a supressão da vegetação ripária, provocando maior vulnerabilidade às cheias urbanas (WELLING; DALTON, 2020). Em decorrência deste

processo, foi crescendo a falta de compreensão do valor ambiental, cultural e social desses ecossistemas, levando a uma subutilização das águas fluviais nos ambientes urbanos (VERÓL et al., 2020) e desperdiçando oportunidades de uso desses espaços na cidade.

O vínculo entre os ecossistemas aquáticos e a sociedade, não ocorre somente por meio dos benefícios que seus serviços oferecem (JOBBÁGY et al., 2022). As cidades dependem dos ecossistemas aquáticos para a qualidade de vida das pessoas, no entanto, a expansão urbana e as mudanças na ocupação do solo são os principais fatores que contribuem para a degradação das bacias hidrográficas (WELLING; DALTON, 2020). Assim, o planejamento destinado a regulação das águas nas cidades, seu armazenamento ou fluxos, sejam eles naturais ou artificiais, é essencial para garantir as necessidades básicas e o bem-estar das populações no meio urbano (JOBBÁGY et al., 2022). Por exemplo, a qualidade da água dos cursos d'água desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na saúde ambiental da sociedade moderna (LIU et al., 2023). A poluição de fontes não pontuais é amplamente influenciada pela estrutura e configuração da paisagem, uma vez que esses fatores afetam a maneira como os poluentes se movem e se transformam na água da chuva (LI et al., 2019).

Esta dissertação explora a relação entre a urbanização e o impacto resultante nos SE fornecidos pelos cursos hídricos e suas florestas ripárias. O estudo está ancorado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015) que visam contribuir com ações voltadas a ‘Cidades e Comunidades Sustentáveis’ (ODS 11) ‘Ação Contra a Mudança Global do Clima’ (ODS 13), ‘Vida na Água’ (ODS 14) e ‘Vida Terrestre’ (ODS 15). Para tanto, esta pesquisa terá como estudo de aplicação a cidade de Campo Grande, MS, situada na região Centro-Oeste do Brasil.

Campo Grande enfrenta desafios semelhantes a muitas outras cidades brasileiras em termos de expansão urbana, alterações na ocupação do solo e degradação dos ecossistemas naturais. Como Campo Grande é uma capital regional e seu crescimento urbano, relativamente recente, é expressivo, suas características oferecem uma oportunidade única para estudar a interação entre a urbanização em rápido desenvolvimento e a preservação de suas paisagens naturais. Desta forma, os resultados obtidos neste estudo têm o potencial de serem extrapolados e aplicados em outras cidades brasileiras e até mesmo em contextos urbanos em nível global.

OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral desta dissertação é identificar a influência da urbanização na produção de SE da paisagem hídrica na cidade de Campo Grande, MS.

Os objetivos específicos desta dissertação, os quais serão explorados mais detalhadamente em cada capítulo são:

1. Identificar as áreas verdes ao longo dos cursos hídricos e margens e sua relação com padrões de urbanização usando como estudo de aplicação a cidade de Campo Grande, MS.
2. Identificar tipologias da paisagem urbana dos cursos hídricos da microbacia hidrográfica do Segredo e Anhandui, aprofundando a observação sobre a paisagem hídrica.
3. Identificar serviços ecossistêmicos existentes, nas bacias hidrográficas do córrego Segredo e rio Anhanduí, e potenciais oferecidos pelas paisagens hídricas urbanas destacando como essas áreas contribuem para a qualidade de vida urbana.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Campo Grande (Figura 1), capital do Mato Grosso do Sul, possui 8.082,97 km² e está geograficamente localizado na região central do estado (PLANURB, 2022). O marco zero da cidade, definido pela Lei n. 6.004, ocorre nas coordenadas geográficas 20° 28' 13,4" latitude Sul e 54° 37' 25,8" longitude Oeste (CAMPO GRANDE, 2018a). O município está localizado no planalto de Maracaju, sobre a divisão das bacias dos rios Paraná e Paraguai, onde o terreno apresenta suaves ondulações, criando um amplo núcleo urbano que se estende entre áreas de pastagens e cerrados, formando uma ocupação dispersa (WEINGARTNER, 2008).

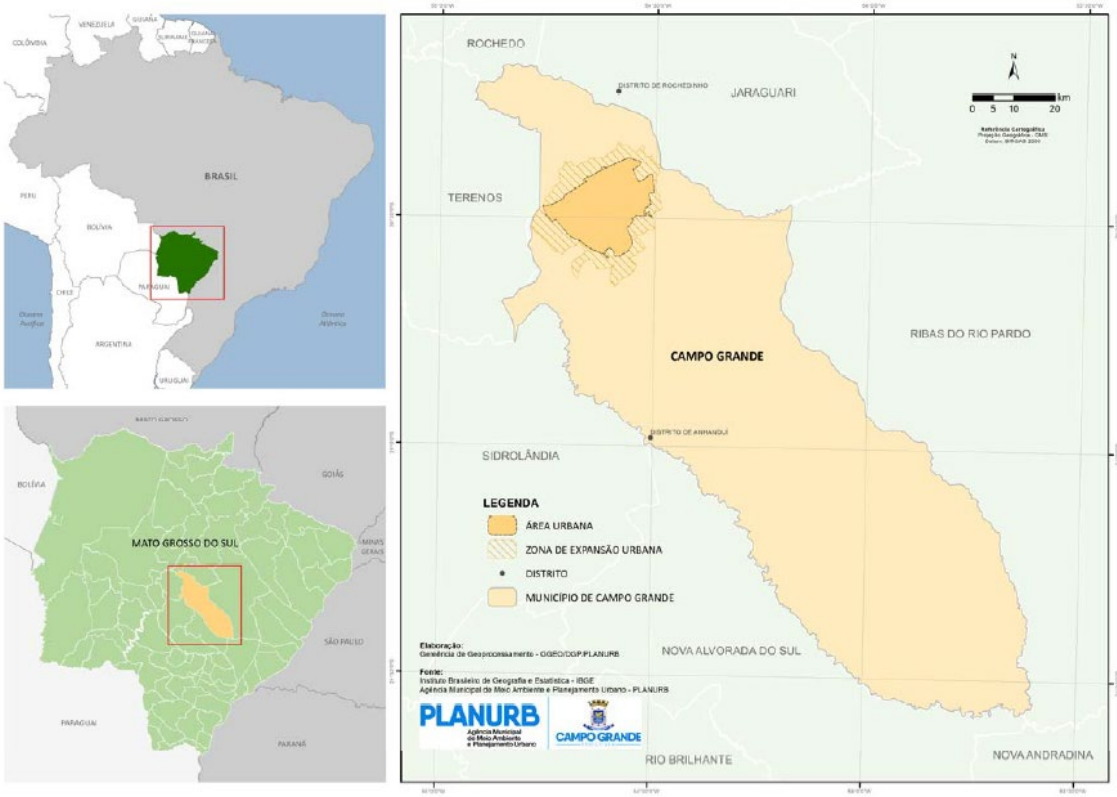


Figura 1. Localização geográfica do município de Campo Grande – MS (PLANURB, 2022)

O clima de Campo Grande se caracteriza em uma área de transição entre o subtipo Cfa (Clima Subtropical com verão quente segundo Köppen), e segundo o

Zoneamento Bioclimático Brasileiro, localiza-se na zona bioclimática 6, o que representa clima tropical úmido onde os verões são úmidos e os invernos, secos. Campo Grande está na zona neotropical que pertence aos domínios da região fitogeográfica do Cerrado, possui diversas formas de vegetação, variando conforme a fertilidade do solo: Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado, Cerradão, além de áreas de Floresta Aluvial (mata ciliar) e zonas de transição, como entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual e áreas usadas para agropecuária (PLANURB, 2022).

Considerado importante polo socioeconômico do Centro-Oeste brasileiro, Campo Grande é uma cidade de ruas largas e altamente arborizada (COSTA, 1997), com um relevo suavemente ondulado, com rica presença de nascentes e pequenos cursos d'água, sem barreiras naturais à sua expansão física, a cidade apresenta um tecido urbano amplo de ocupação predominantemente horizontal, caracterizado por muitos vazios e espaços livres (WEINGARTNER; SANTOS, 2022). A estrutura urbana inclui diversos tipos de manchas, como núcleos de adensamento urbano, glebas com características agrícolas, áreas militares, terras desocupadas, remanescentes de vegetação, bosques plantados e parques urbanos (WEINGARTNER; SANTOS, 2022). De acordo com os mesmos autores, a paisagem de Campo Grande é atravessada por corredores, que, embora descontínuos, são formados por parques lineares, avenidas arborizadas e Áreas de Preservação Permanente ao longo dos córregos na hidrografia urbana, muitas vezes integrando diferentes manchas.

Atualmente o processo de urbanização da cidade é regulado pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), que estabelece diretrizes para a ocupação e utilização do território, visando um crescimento ordenado e equilibrado; pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA), que delineia as estratégias de longo prazo, direcionando o crescimento urbano de forma integrada e considerando aspectos ambientais; e pelo Plano

Diretor de Arborização Urbana (PDAU) concentra-se na gestão das áreas verdes, promovendo o plantio de árvores e a criação de espaços arborizados.

PRIMEIRO CAPÍTULO

ÁREAS VERDES EM ZONAS RIPÁRIAS URBANAS[1]

Resumo: Os bosques ripários são elementos importantes na estruturação da floresta urbana, exercendo papel de corredores, conectando áreas verdes e oferecendo serviços ecossistêmicos à população. No entanto, a fragmentação destes espaços ameaça a sua conservação e biodiversidade. Este estudo buscou identificar ao longo da zona ripária dos cursos hídricos, padrões de **cobertura verde**, usando o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e sua relação com o revestimento da calha de cursos hídricos urbanos no município de Campo Grande, MS. Foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A e calculado o NDVI, que foi divido em cinco classes, sendo três de vegetação e uma sem vegetação. Foram levantados, através de observações *in loco*, as condições de revestimento dos cursos hídricos. A correlação de Pearson foi empregada para examinar a relação linear entre as variáveis dos dados. A classificação da cobertura do solo revelou predominância de áreas sem vegetação (45,68%) e vegetação arbórea densa (25,74%) ao longo da zona ripária dos cursos hídricos da cidade. Foi observada uma associação entre a ausência de vegetação e uma maior proporção de cursos d'água fechados ou revestidos, especialmente na região central da cidade, que é caracterizada por uma ocupação mais antiga. Isso sugere uma escassez de áreas verdes ripárias nessa parte da cidade.
Palavras-chave: Recursos hídricos; Ambientes urbanos; Florestas ripárias; NDVI

Abstract: *Riparian woodlands are essential elements in the structuring of urban forests, acting as corridors that connect green areas and provide ecosystem services to the population. However, the fragmentation of these spaces threatens their conservation and biodiversity. This study aimed to identify patterns of green cover along the riparian zones of watercourses, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and its relationship with the channeling of urban watercourses in the municipality of Campo Grande, MS. Images from the CBERS 04A satellite were used, and the NDVI was calculated and divided into five classes, with three representing vegetation and one without vegetation. Observations in situ were conducted to assess the channeling conditions of the watercourses. Pearson's correlation was employed to examine the linear relationship between the data variables. The land cover classification revealed a predominance of areas without vegetation (45.68%) and dense arboreal vegetation (25.74%) along the riparian zones of the city's watercourses. An association was observed between the absence of vegetation and a higher proportion of closed or channeled watercourses, especially in the central region of the city, characterized by older urban development. This suggests a scarcity of riparian green areas in this part of the city.*
Key words: *Water resources; Urban environments; Riparian forests; NDVI*

[1] Este capítulo foi submetido para publicação na revista Paisagem e Ambiente em maio/2024 e encontra-se em avaliação.

1.1. INTRODUÇÃO

As áreas verdes da cidade compõem a floresta urbana que caracterizam espaços livres compostos por cobertura vegetal (BARGOS; MATIAS, 2019; BIONDI, 2023). Sendo assim a floresta urbana é composta por espaços públicos e privados que abrangem todos os tipos de componentes vegetais dentro da cidade, não se restringindo apenas aos grupos arbóreos (BIONDI, 2023; KONIJNENDIJK et al., 2006; SALBITANO et al., 2016). Estes espaços oferecem serviços indispensáveis ao equilíbrio ecológico e à qualidade de vida da população (FARES et al., 2020; REYES-PAECKE; FIGUEROA, 2010), além de desempenharem um papel importante na infraestrutura verde e no ecossistema urbano (DOICK et al., 2016).

Uma componente importante da floresta urbana são as florestas ripárias que se encontram nos vales e às margens dos cursos d'água (COUTINHO, 2016). Neste estudo, optou-se por utilizar o termo 'bosque ripário' ou ‘áreas verdes ripárias’ para referir-se a essas áreas, destacando-as como fragmentos da floresta urbana. Os bosques ripários são importantes elementos da floresta urbana, estendendo-se ao longo dos cursos hídricos e desempenhando um papel crucial na conectividade entre diferentes fragmentos florestais (VOGEL; ZAWADZKI; METRI, 2009).

As áreas verdes ripárias presentes na cidade podem coexistir com áreas de lazer e apresentar vários tipos de vegetação, se tornando espaços potenciais nas cidades para gerar benefícios da aproximação da população com a natureza (FLAUSINO; GALLARDO, 2021). Esses espaços desempenham um papel central no fornecimento de serviços ecossistêmicos, uma vez que, a água oferece suporte à biodiversidade e à qualidade de vida das pessoas (JOBBÁGY et al., 2022). No entanto, a vegetação é um recurso escasso na cidade (BEUTE et al., 2021). A floresta urbana se encontra limitada a pequenas áreas esparsas, gerando fragmentação das paisagens naturais no meio urbano

que ameaça a qualidade destes espaços. A falta de conectividade, ou o isolamento destes fragmentos trazem consequências para a biodiversidade e consequentemente para a produção de serviços ecossistêmicos (MELLO; TOPPA; LEITE, 2016).

A relação rio-cidade apresenta desafios significativos para a gestão urbana, sendo que o processo de urbanização das margens e da bacia hidrográfica e a ocupação ilegal de áreas de preservação permanente (APP) são os mais recorrentes nos centros urbanos (REZENDE; ARAÚJO, 2018). O processo de urbanização tradicional desperdiça oportunidades de uso das águas fluviais, adaptando esses espaços às necessidades das cidades, sem uma consideração adequada sobre a dinâmica natural das águas e o espaço necessário para o desenvolvimento de processos fluviais, ignorando seu valor ambiental, cultural e social (VERÓL et al., 2020).

A despeito da importância das áreas verdes, o que se observa é a intensificação das atividades humanas que modificam as paisagens naturais em mosaicos antrópicos, convertendo espaços de vegetação nativa em fragmentos de habitats dispersos (RIBEIRO; MELLO; VALENTE, 2020). Essas alterações têm afetado os ecossistemas urbanos, especialmente os cursos d'água, os quais têm sofrido contínuas transformações e se tornando objetos de rejeição e esquecimento para a população (GORSKI, 2010).

O crescimento urbano aumentou a impermeabilização do solo das bacias hidrográficas e a supressão da vegetação ripária, trazendo maior vulnerabilidade e propensão às cheias urbanas (WELLING; DALTON, 2020). Esse processo de alteração das paisagens urbanas, levou a uma degradação contínua dos cursos hídricos, este chegando a representar um problema à saúde pública, acentuando a desvalorização deste recurso tão indispensável para os seres vivos (GORSKI, 2010). A desvalorização deste recurso gerou a incompreensão do valor ambiental, cultural e social desses ecossistemas,

resultando uma subutilização das águas fluviais nos ambientes urbanos (VERÓL et al., 2020).

As cidades dependem dos ecossistemas aquáticos para a qualidade de vida das pessoas, no entanto, a expansão urbana e as mudanças na ocupação do solo são os principais fatores que contribuem para a degradação das bacias hidrográficas (WELLING; DALTON, 2020). Assim, o planejamento destinado à regulação das águas nas cidades, seu armazenamento ou fluxos, sejam eles naturais ou artificiais, é essencial para garantir as necessidades básicas e o bem-estar das populações no meio urbano (JOBBÁGY et al., 2022). Diante disso, há a necessidade de maior atenção à conservação, tanto dos ecossistemas terrestres quanto dos aquáticos em áreas urbanas (AZEVEDO-SANTOS et al., 2023).

O vínculo entre os ecossistemas aquáticos e a sociedade, ocorre por meio dos inúmeros benefícios que seus serviços oferecem (JOBBÁGY et al., 2022). A qualidade da água dos cursos d'água desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na saúde ambiental da sociedade moderna (LIU et al., 2023). A poluição de fontes não pontuais é amplamente influenciada pela estrutura e configuração da paisagem, já que esses fatores afetam a maneira como os poluentes se movem e se transformam na água da chuva (LI et al., 2019).

Estudos têm demonstrado que a **cobertura do solo** exerce uma grande influência na qualidade da água dos cursos hídricos, enfatizando a importância dos bosques ripários como “sumidouros” de poluentes, melhorando a qualidade da água dos cursos hídricos (CUNHA, CUNHA, 2023; LIU et al., 2023). Neste contexto, a **cobertura vegetal**, em destaque, a arborização promove o equilíbrio do ambiente urbano (RAMOS; NUNES; SANTOS, 2020) e paisagens de alto desempenho que garante a qualidade de vida e bem-estar da população (FARIAS et al., 2018).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), introduzido por Rouse et al. (1974), é amplamente utilizado para avaliar a **cobertura vegetal** e a qualidade da vegetação, pois tem a capacidade de refletir características como área foliar, biomassa e clorofila, além de indicar a saúde e o crescimento das plantas. Além disso, este índice está fortemente correlacionado com o número de famílias e espécies de plantas, bem como com índices de biodiversidade (SOMMEECHAI et al., 2018; SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ; MICHALIK-ŚNIEŻEK, 2020).

E compreender a qualidade da vegetação das áreas verdes urbanas é importante, uma vez que a biodiversidade vegetal é um indicador da prestação de serviços ecossistêmicos (XI et al., 2021). Além disso, o NDVI já foi associado a estudos de redução do escoamento superficial (HYUN WOO et al., 2017), regulação do microclima (BUYADI, MOHD, MISNI, 2015; MARONI et al., 2021) e promoção da saúde mental da população (EKKEL; DE VRIES, 2017), entre outros. Portanto, distinguir a floresta urbana com base em seu NDVI é sem dúvida uma ferramenta útil para a compreensão destes espaços (VIEZZER et al., 2022).

Análises sobre a composição e configuração da paisagem hídrica podem ser trabalhadas nas escalas da sub-bacia hidrográfica, zona ripária e alcance do rio (SLIVA, WILLIAMS, 2001; ; SHI et al., 2017; WU, LU, 2021; LIU et al., 2023 e; GU et al., 2019). Muito se discute sobre quais escalas possuem maior influência para dimensionar os impactos das atividades humanas nos cursos hídricos. Estudo como o de Liu et al. (2023) demonstram maior correlação das características da paisagem ao longo da escala ripária com alterações na qualidade da água.

Com base na importância sobre a compreensão da estrutura das áreas verdes urbanas, especialmente os bosques ripários, este estudo teve como objetivo identificar **áreas verdes** na zona ripária dos cursos hídricos e sua relação com padrões de

padrões de urbanização. Como modelo de estudo, foi utilizada a cidade de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul. Em complemento, este estudo procurou (1) identificar as áreas verdes ao longo dos cursos hídricos e suas margens na área urbana e; (2) avaliar se a existências destes espaços estão relacionados a padrões de revestimento da calha hídrica dos riachos localizados no perímetro urbano de Campo Grande.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, que possui o marco zero em 20°28'13,4"S e 54°37'25,8"O (CAMPO GRANDE, 2018a). O município possui 8.082,97 km² e está geograficamente localizado na região central do estado (PLANURB, 2022). Possui um relevo suavemente ondulado, com presença de nascentes e pequenos cursos d'água. Sem barreiras naturais à sua expansão física, a cidade apresenta um tecido urbano amplo de ocupação predominantemente horizontal, caracterizado por muitos vazios e espaços livres (WEINGARTNER; SANTOS, 2022).

Os cursos hídricos levantados neste estudo possuem suas nascentes em território urbano e fazem parte de 10 microbacias hidrográficas, sendo elas: Anhanduí, Bandeira, Bálsamo, Coqueiro, Gameleira, Imbirussu, Lageado, Lagoa, Prosa e Segredo. Foram levantados 31 dos 33 cursos hídricos da, os cursos hídricos da microbacia hidrográfica do Ribeirão Botas e o córrego Lageadinho da microbacia do Lageado não foram contemplados neste estudo, pois não possuem nascentes dentro da área urbana da cidade (Figura 1.1).

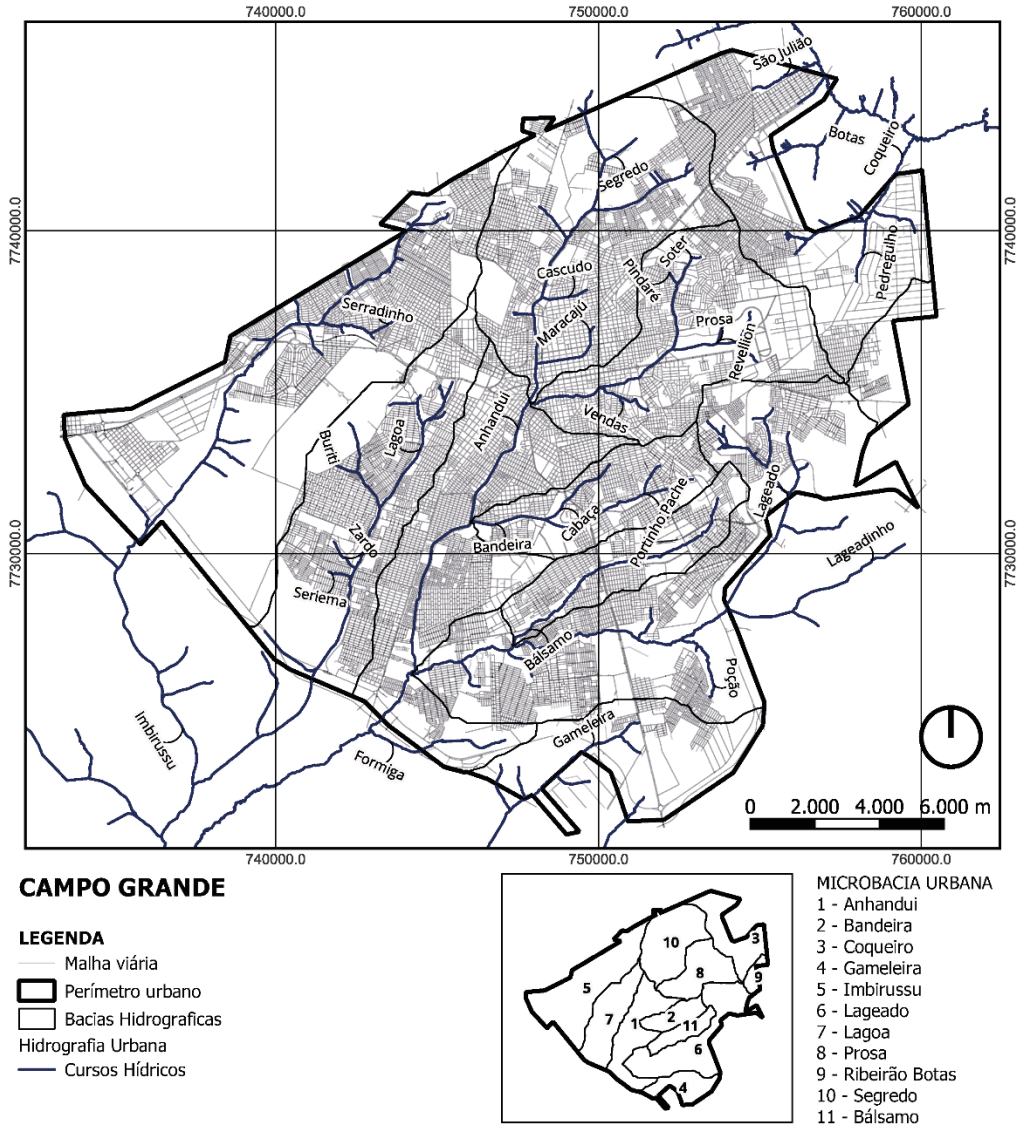


Figura 1.1 Área Urbana de Campo Grande - MS com a delimitação das 10 microbacias Hidrográficas e seus respectivos cursos hídricos.
-Mapa do perímetro urbano de Campo Grande – MS com a malha viária em cinza claro e delimitações das bacias hidrográficas. Em azul são os cursos hídricos. Fonte: Mapa produzido em 2024 pelos autores com arquivos *shapefile* cedidos pela Prefeitura Municipal de Campo Grande

1.2.2. Imagens e Zona Ripária

A hidrografia de Campo Grande foi disponibilizada em formato vetorial (*shapefile*) por meio de solicitação à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) do município de Campo Grande, como parte do

Projeto de Pesquisa Floresta Urbana de Campo Grande - MS, em março de 2023. Os perímetros das APP, área urbana, regiões urbanas e microbacias urbanas foram adquiridos por meio do site do Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande - MS (SISGRAN) da Prefeitura Municipal de Campo Grande, disponíveis em formato vetorial (*shapefile)*.

Para a delimitação da zona ripária foi aplicado um buffer de 300 m a partir do eixo das linhas d'água de cada curso hídrico. Essa escolha foi fundamentada na recomendação internacional de floresta urbana, que preconiza a distância máxima de 300 m entre a população e a área verde de acesso público mais próxima (KONIJNENDIJK, 2022). Em se tratando de cursos hídricos, a presença das APP exigida pela Lei Federal n° 12.651 (BRASIL, 2012) seria uma garantia da presença de área verde potencial para atender a essa recomendação.

1.2.3. Índice de Vegetação

Foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A da câmera WPM que possui resolução espacial de 8 m e pancromática com resolução de 2m, adquiridas pelo site "DGI-INPE", do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens escolhidas são de 19 de fevereiro de 2022, com ausência de nuvens, uma vez que poderiam comprometer a clareza da visualização. A data da imagem coincide com a época das chuvas, período em há maior presença de folhas em espécies vegetais caducifólias e maior presença de fotossíntese, ajudando na identificação dos maciços arbóreos. Para obter uma resolução espacial de 2 m entre as bandas multiespectrais, foi realizada fusão das bandas multiespectrais juntamente com a banda pancromática.

O NDVI é calculado pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

Onde: NIR: Reflectância da vegetação na banda do Infravermelho próximo; R: Reflectância da vegetação na banda do Vermelho.

Não existe, uma interpretação consolidada sobre os seus valores (VIEZZER et al., 2022). Neste estudo, optou-se por agrupar o NDVI em classes com base na análise do histograma gerado a partir dos dados de NDVI coletados para a área de estudo. As "linhas de corte" para cada classe foram determinadas considerando os picos e vales no histograma, que indicam a distribuição das frequências dos valores de NDVI. Dessa forma, foi possível identificar e caracterizar os diferentes alvos (Tabela 1.1). Em seguida, foi realizada a determinação da área e da porcentagem correspondente a cada classe por zona ripária de cada curso hídrico.

Tabela 1.1 Classes de NDVI e intervalos da divisão utilizadas para o município de Campo Grande, MS.

Classe		Intervalo de NDVI
	Sem Vegetação	-1,00 a 0,32
	Vegetação Gramínea e ou Arbustiva	>0,32 a 0,42
	Vegetação Arbórea Esparsa	>0,42 a 0,47
	Vegetação Arbórea Densa	>0,47 a 1,00

-Tabela indicando as classes e o intervalo de NDVI utilizados para a classificação da cobertura vegetal para o município de Campo Grande MS. Fonte: Produzido em 2024 pelos autores.

As etapas descritas neste item foram conduzidas pelo software QGIS versão 3.28 LTR.

1.2.4. Seção Transversal do curso d'agua

Para o levantamento de dados acerca da calha hídrica foram realizadas visitas a campo e utilizadas as imagens de satélites. Com base na metodologia de Cardoso

(2012) foram analisados três quesitos para retratar as condições da seção transversal do curso de água: Forma (configuração do leito e margem); Conectividade (relação entre a calha, planície fluvial e o lençol freático); Revestimento (revestimento empregado na calha hídrica) (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 Classes de NDVI e intervalos da divisão utilizadas para o município de Campo Grande, MS.

Seção Transversal	Descrição
Sem Revestimento	Alterações pouco significativas na forma e conectividade; calha sem revestimento.
Com Revestimento	Forma e conectividade significativamente alteradas; calha parcial ou totalmente revestida.
Seção Fechada	Forma alterada, perda total da conectividade com seção fechada.

-Tabela indicando as classes de seção transversal identificado nos corpos hídricos no município de Campo Grande MS. Fonte: Produzido em 2024 pelos autores.

1.2.5. Análise estatística

Os resultados de NDVI e seção dos cursos hídricos para cada zona ripária dos corpos hídricos foram correlacionados a partir de uma Análise de Correlação Linear de Pearson, de modo a verificar as possíveis associações entre esses conjuntos de dados. As análises foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2022) e o pacote `vegan` (OKSANEN et al., 2022).

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

1.3.1 Áreas Verdes

A classificação do NDVI na zona ripária foi realizada em uma área total de 98,56 km², que equivale a 25,41% da área do perímetro urbano de Campo Grande (Figura 1.2). A classe de cobertura mais predominante na área levantada foi a sem vegetação (45,68%), seguida de vegetação arbórea densa (25,74%) e vegetação gramínea e ou arbustiva (17,77%). A classe de cobertura menos predominante foi vegetação arbórea esparsa (10,81%).

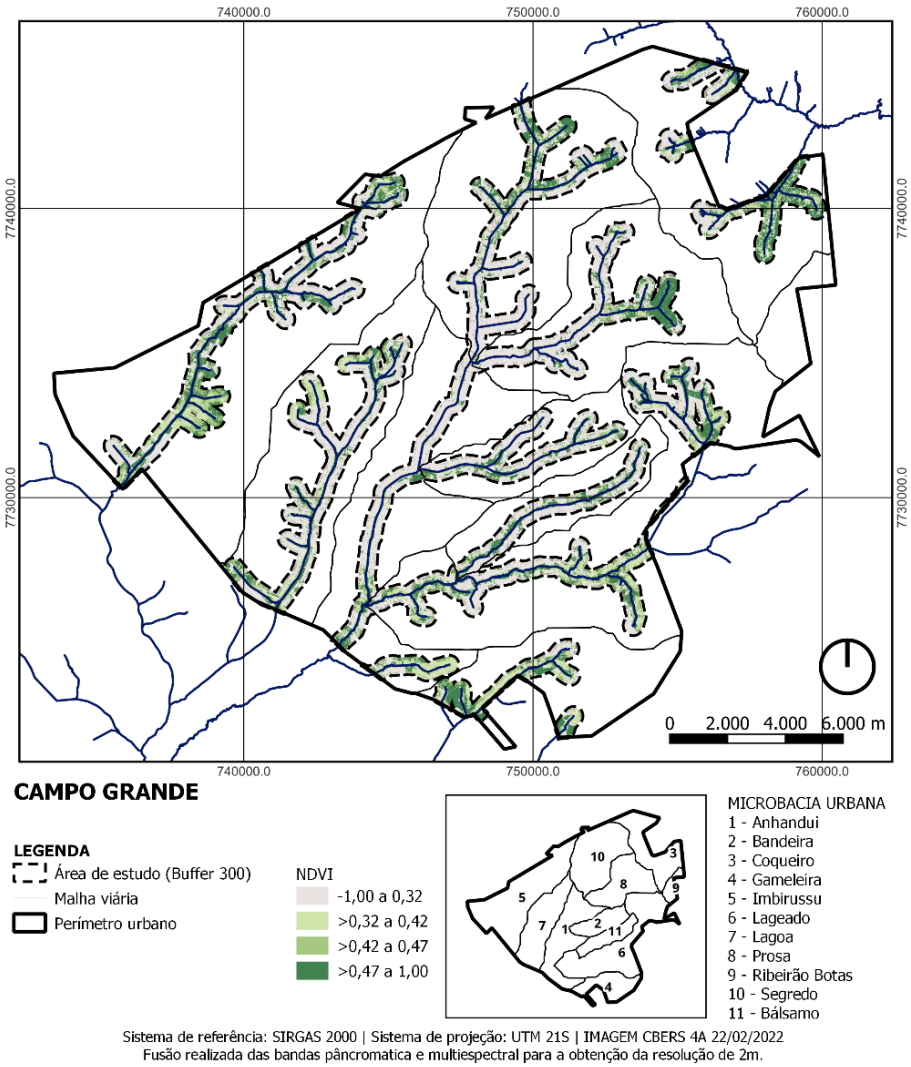


Figura 1. 2 Área urbana de Campo Grande - MS com a classificação do NDVI ao longo da zona ripária dos cursos hídricos estudados.

-Mapa do perímetro urbano de Campo Grande – MS com a delimitações das bacias hidrográficas e as áreas de cobertura das classes de NDVI na zona ripária dos cursos hídricos. Em azul são os cursos hídricos em verde escuro representa a classes de Vegetação Arbórea Densa, o ver médio representa Vegetação Arbórea Esparsa, o verde claro representa Vegetação Gramínea e ou Arbustiva e o cinza claro representa a classe de Sem Vegetação. Fonte: Mapa produzido em 2024 pelos autores com arquivos *shapefile* cedidos pela Prefeitura Municipal de Campo Grande e classificação do NDVI realizado pelos autores.

A classificação do NDVI revelou uma variedade na proporção da cobertura vegetal da zona ripária dos cursos hídricos (Figura 1.3). Os cursos hídricos Desbarrancado, Joaquim Português e Pedregulho apresentam as maiores proporções de vegetação arbórea densa (83,01%, 75,71% e 52,14% respectivamente). Os cursos hídricos Pedregulho, Poção e Coqueiro apresentam maior predominância de vegetação arbórea esparsa (22,54%, 21,18% e 17,19%, respectivamente). Por sua vez, os cursos hídricos Formiga, Gameleira e Poção apresentam as maiores proporções de vegetação gramínea e ou arbustiva (48,26%, 31,80% e 28,81%, respectivamente). Enquanto os corpos hídricos Maracaju, Cascudo e Vendas apresentam maior predominância de áreas sem vegetação (95,75%, 77,05% e 76,47%, respectivamente).

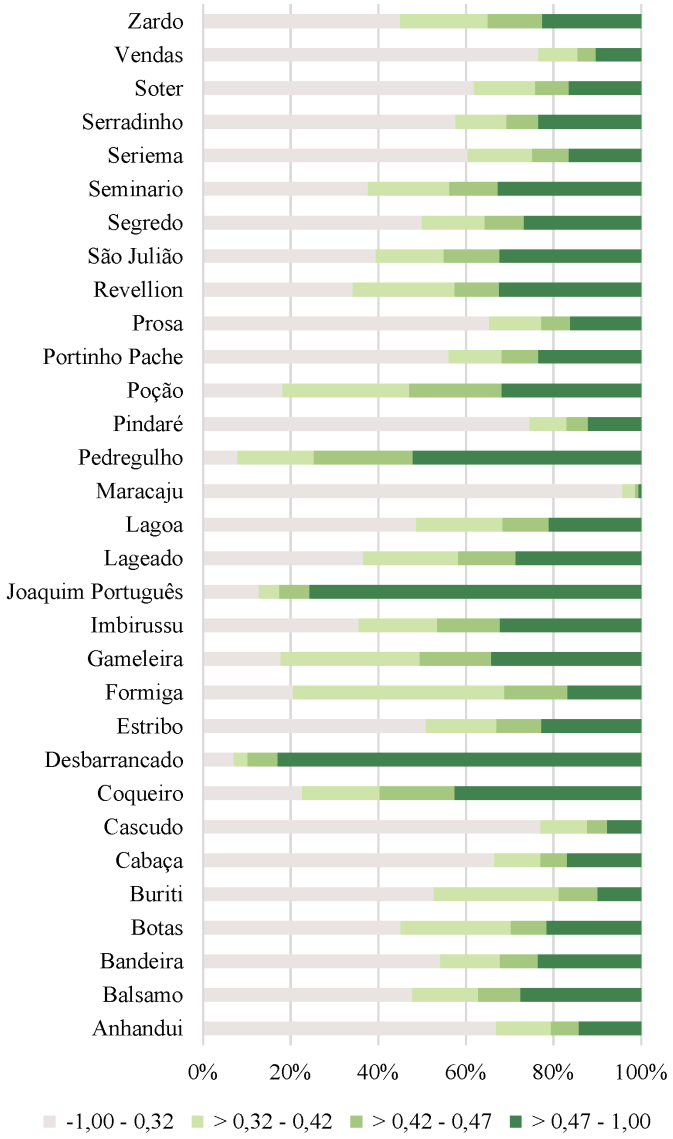


Figura 1. 3: Percentual das classes de NDVI na zona ripária por curso hídrico urbano na cidade de Campo Grande, MS.
-Gráfico com o percentual da cobertura das classes de NDVI na zona ripária dos cursos hídricos do perímetro urbano de Campo Grande – MS. O verde escuro representa a classes de Vegetação Arbórea Densa, o ver médio representa Vegetação Arbórea Esparsa, o verde claro representa Vegetação Gramínea e ou Arbustiva e o cinza claro representa a classe de Sem Vegetação. Fonte: Gráfico produzido em 2024 pelos autores com a classificação do NDVI realizado pelos autores.

Os cursos hídricos com maior presença de vegetação arbórea densa estão localizados em áreas de proteção ambiental (APA), evidenciando o impacto positivo do planejamento das áreas verdes urbanas na qualidade desse ambiente verde. Outros cursos hídricos com alto percentual de vegetação arbórea densa, como Pedregulho, Coqueiro, Gameleira e Poção que também se destacam por apresentarem maior proporção de

vegetação arbórea esparsa, se distinguem por apresentar uma baixa ocupação de seu entorno, ressaltando a necessidade de se adotar medidas de preservação dessas áreas verdes, que podem ser perdidas para o desenvolvimento urbano futuro da região.

As áreas com alta prevalência de vegetação gramínea (campos antrópicos) e ou arbustiva ao longo dos cursos hídricos, apresentam um potencial significativo para a expansão da floresta ripária, restaurando áreas supostamente antes ocupadas por cobertura arbórea e compensando a falta de áreas verdes das áreas urbanas consolidadas que dificilmente serão convertidas (RIBEIRO; MELLO; VALENTE, 2020).

Os cursos hídricos localizados na porção central e mais antiga da cidade, apresentaram maior presença de áreas sem vegetação, em alguns casos indicando praticamente ausência, desprezando o seu potencial de constituírem áreas verdes de uso e apropriação pela cidade. A ausência destes espaços aumenta a pressão sobre as demais áreas verdes do sistema de espaços livres, já sobrecarredas nas áreas urbanas mais densas. Para estas situações, pela dificuldade de modificações no espaço existente devido a presença de malha urbana consolidada, a ausência de bosques ripário ao longo dos cursos hídricos deve ser mitigada com o enriquecimento vegetal nas áreas verdes próximas, se possível com espécies comuns de bosques ripários. Cursos hídricos como Segredo e Anhanduí, possuem alguns trechos sem vegetação. Nestes casos, é necessário analisar a possibilidade de conversão de faixas de rolamentos do leito carroçável em áreas verdes, devolvendo a esses espaços características ecológicas para cumprir minimamente sua função ambiental (VERÓL et al., 2020).

1.3.2 Seção Transversal

Na análise da Seção Transversal da Calha Hídrica foram levantados 178,06 km de extensão dos cursos hídricos da área urbana de Campo Grande (Figura 1.4). Deste

total, 87,55% dos cursos hídricos da cidade não possuem revestimento. Por sua vez, as calhas hídricas de seção fechada equivalem a 6,81% e as parcial ou totalmente revestidas equivalem a 5,64% dos cursos hídricos de Campo Grande. Individualmente, o córrego Maracaju apresenta 100% de sua extensão em seção fechada, enquanto o córrego Cascudo apresenta 73,47% de seção fechada e 11,72% de calha parcial ou totalmente revestida. Por outro lado, 61,29% dos cursos hídricos estudados, possuem 100% de sua extensão sem revestimento (Figura 1.5).

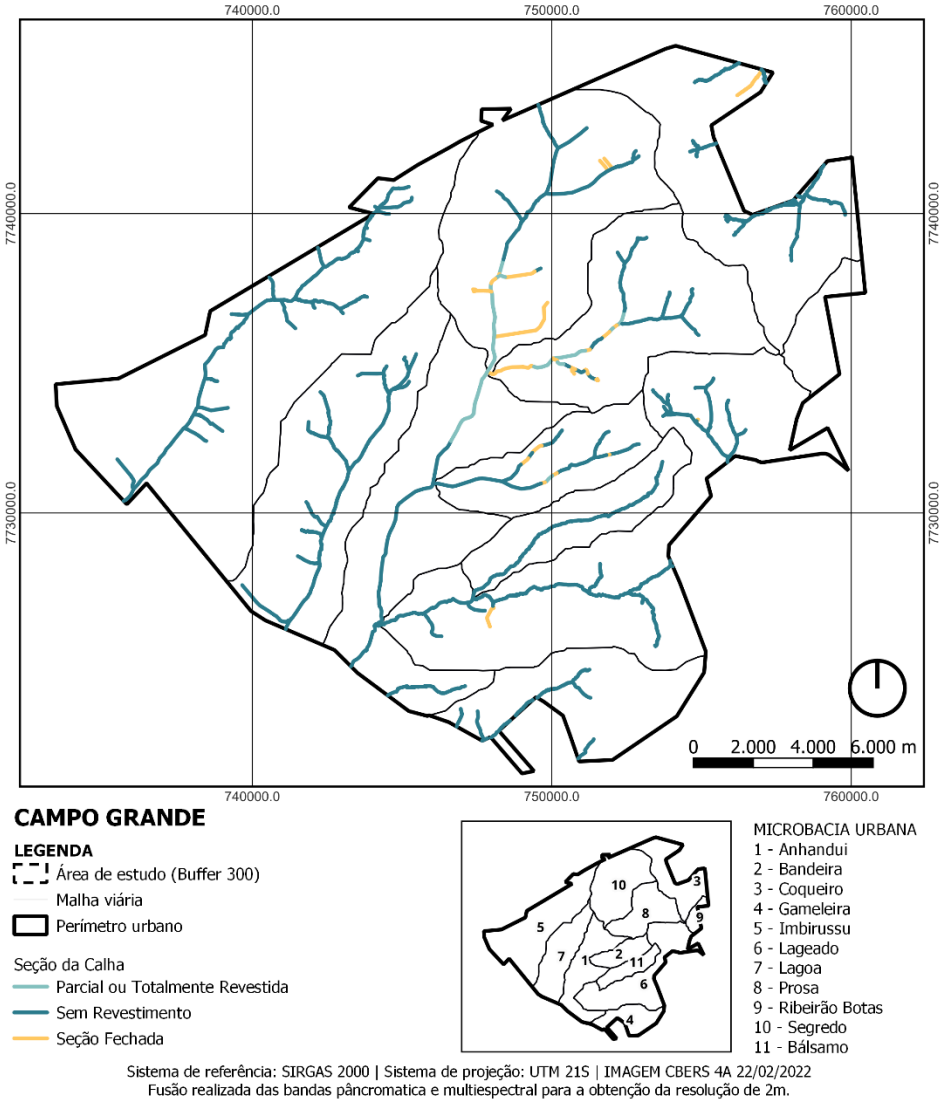


Figura 1.4 Área urbana de Campo Grande – MS com a classificação da seção da calha ao longo dos cursos hídricos estudados.

-Mapa do perímetro urbano de Campo Grande – MS com a delimitações das bacias hidrográficas e a classificação da Seção da Calha dos cursos hídricos. Em azul claro são os cursos hídricos com seção Parcial ou Totalmente revestida, em azul escuro são os Sem Revestimento, em amarelo são os cursos hídricos com Seção Fechada. Fonte: Mapa produzido em 2024 pelos autores com arquivos *shapefile* cedidos pela Prefeitura Municipal de Campo Grande e classificação da Seção da Calha Hídrica realizada pelos autores.

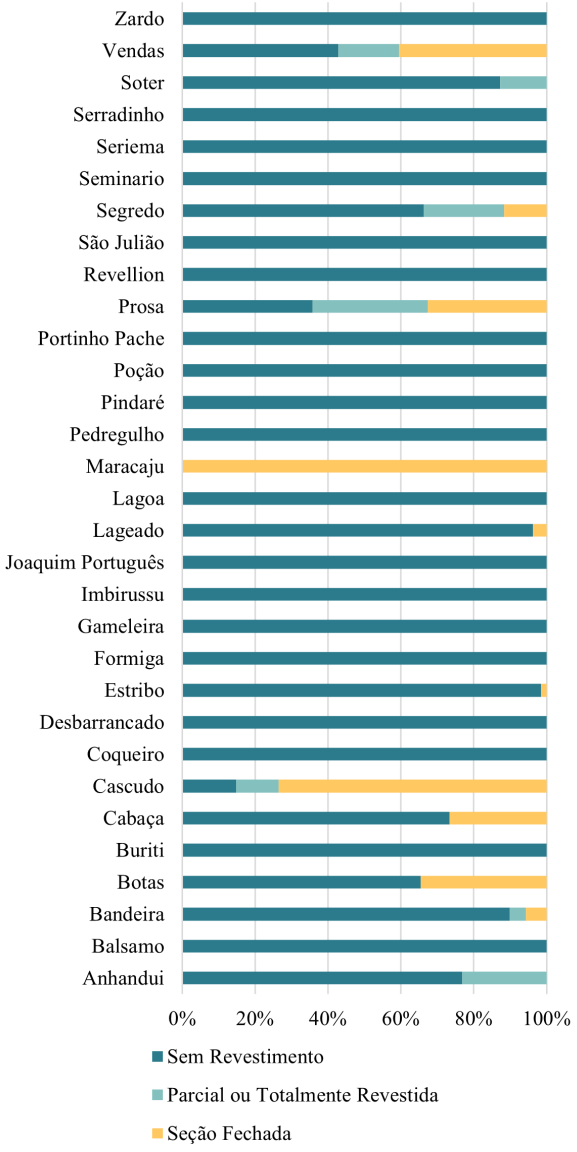


Figura 1.5 Área urbana de Campo Grande com a classes de Revestimento dos cursos Hídricos.

-Gráfico com o percentual das classes de Seção da Calha dos cursos hídricos do perímetro urbano de Campo Grande – MS. Em azul claro são os cursos hídricos com seção Parcial ou Totalmente revestida, em azul escuro são os Sem Revestimento, em amarelo são os cursos hídricos com Seção Fechada. Fonte: Gráfico produzido em 2024 pelos autores com a classificação do NDVI realizado pelos autores.

A predominância de áreas sem vegetação e com construções ao redor dos cursos hídricos está associada a menor presença de revestimento na calha, sugerindo uma ligação direta da cobertura vegetal com a estrutura física dos corpos d'água. Ao analisar cursos hídricos específicos, como o córrego Maracaju na microbacia do Segredo e o córrego Cascudo na mesma região, a presença significativa de seção fechada na calha revela uma antropização mais intensa, potencialmente relacionada à sua localização na porção central da cidade que levou a uma ocupação mais densa, com supressão da vegetação e predominância de construções. Essas alterações afetam os ecossistemas dos cursos d'água, se tornando objetos de rejeição e esquecimento pela população (GORSKI, 2010).

As seções sem revestimento apresentaram correlações negativas com áreas sem vegetação e correlações positivas com áreas de vegetação (Tabela 1.3). Por sua vez, as seções fechadas apresentaram correlações positivas com áreas sem vegetação e correlações negativas com áreas de vegetação (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 Correlação linear de Pearson dos dados das seções transversais com as proporções das classes de cobertura do solo (NDVI) por curso hídrico no perímetro urbano de Campo Grande – MS.

	Sem Revestimento	**Com Revestimento**	**Seção Fechada**
Sem Vegetação	**-0,66**	0,40	**0,61**
Vegetação Gramínea e ou Arbustiva	0,37	-0,24	-0,34
Vegetação Arbórea Esparsa	**0,57**	-0,33	**-0,54**
Vegetação Arbórea Densa	**0,47**	-0,28	-0,44

-Tabela de Correlação linear de Pearson dos dados das seções transversais com as proporções das classes de cobertura do solo (NDVI) por curso hídrico no perímetro urbano de Campo Grande – MS. Valores em negrito são correlações significativas ($p<0,05$). Fonte: Tabela produzida em 2024 pelos autores.

A relação entre as áreas sem vegetação e trechos de córregos fechados ou tubulados destaca a influência direta da ocupação urbana na canalização desses cursos hídricos. A relação entre a expansão urbana e a alteração física dos córregos evidencia uma tendência histórica de ocupação da cidade, em que a porção central da cidade, de ocupações mais antiga e que passaram pelo processo de urbanização tradicional, que tende a adaptar os cursos hídricos às necessidades das cidades, sem uma consideração adequada sobre espaço necessário para o desenvolvimento de processos fluviais, ignorando seu valor ambiental, cultural e social (VERÓL et al., 2020). Para os cursos hídricos com alta ocupação urbana, torna-se evidente a urgência de implementar incentivos para a ampliação e requalificação vegetal. Colaborando para a manutenção das florestas urbanas como meio essencial para a preservação da biodiversidade e o fornecimento contínuo de serviços ecossistêmicos à comunidade (MELLO; TOPPA; LEITE, 2016).

1.4. CONCLUSÃO

Em Campo Grande as zonas ripárias urbanas possuem uma variedade de cobertura e qualidade da vegetação. Essa variação tem relação direta com alterações da seção da calha hídrica destes cursos hídricos, ou seja, quanto mais adaptado e antropizado, menor a presença de vegetação na zona ripária dos cursos hídricos, afetando negativamente toda a população do entorno. Por isso, sugere-se a conservação e manutenção da vegetação em cursos hídricos com grande presença de cobertura densa em malhas urbanas consolidadas, considerados remanescentes florestais. Já os cursos hídricos inseridos em áreas urbanas não ocupadas necessitam de políticas de planejamento para que o desenvolvimento urbano futuro da região e consequente

crescimento da ocupação urbana não ameacem a permanência e qualidade das áreas verdes ripárias.

A desconexão entre as áreas verdes ripárias na região central da cidade, juntamente com as modificações significativas na calha dos cursos hídricos, ressalta a importância de estratégias para promover a conexão desses corredores e preservar as coberturas vegetais ao longo dos cursos d'agua nas áreas urbanas. A conectividade entre as áreas verdes ripárias e a preservação das coberturas vegetais ao longo dos cursos d'agua trazem benefícios ecossistêmicos como: melhoria da qualidade da água (áreas verdes ripárias funcionam como filtros, ajudando a reduzir a poluição); controle de enchentes (áreas verdes ajudam a absorver e reter água da chuva); biodiversidade (áreas verdes ripárias servem como habitats para espécies vegetais e animais) e; recreação e lazer (contribuindo para a qualidade de vida e bem-estar da população). Portando a conexão e preservação das áreas verdes ripárias é fundamental para o desenvolvimento de políticas e estratégias de planejamento urbano ambiental que promovam o fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais para a cidade e seus habitantes.

1.6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO-SANTOS, V. et al. Brazil's urban ecosystems threatened by law. Land Use Policy, v. 131, p. 106721, 8 jun. 2023.

BARGOS, D.; MATIAS, L. Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo De Revisão e Proposta Conceitual. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, p. 172, 1 maio 2019.

BEUTE, F. et al. Types and characteristics of urban and peri-urban green spaces having an impact on human mental health and wellbeing: A systematic review. EKLIPSE Expert Working Group.UK Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, Reino Unido.13 mar. 2021.

BIONDI, D. Floresta Urbana. Edição do autor ed. Curitiba: O Autor, 2015.

BRASIL. Lei n° 12.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. . 25 maio 2012.

BUYADI, S. N. A.; MOHD, W. M. N. W.; MISNI, A. Vegetation's Role on Modifying Microclimate of Urban Resident. Procedia - Social and Behavioral Sciences, ASLI QoL2014 (Annual Serial Landmark International Conference on Quality of Life) / AQoL 2014 Istanbul (ABRA International Conference on Quality of Life). v. 202, p. 400–407, 22 ago. 2015.

CAMPO GRANDE. Lei n. 6.004. Fica instituído o Marco Zero da cidade de Campo Grande e dá outras providências. 17 maio 2018.

CAMPO GRANDE. Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2022: Mato Grosso do Sul. Campo Grande: [s.n.]. v. 29

COUTINHO, L. Biomas brasileiros. Editora Oficina de Textos, v. 1, 2016.

CUNHA, G.; CUNHA, K. Effects of land use changes on the potential for soil to contribute phosphorus loads in watersheds. Environmental Development, v. 45, p. 100825, 1 fev. 2023.

DOICK, K. et al. Introducing England's Urban Forests. 1. ed. Inglaterra: [s.n.].

EKKEL, E. D.; DE VRIES, S. Nearby green space and human health: Evaluating accessibility metrics. Landscape and Urban Planning, v. 157, p. 214–220, 1 jan. 2017.

FARES, S. et al. Le foreste urbane ai tempi del COVID-19 ci proteggono dalle polveri sottili. v. 17, p. 48–51, 6 maio 2020.

FARIAS, A. S. DE et al. Infraestrutura Urbana Sustentável: Conceitos e Aplicações Sob a Perspectiva do Arquiteto e Urbanista. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 25, n. 36, p. 164–164, 12 dez. 2018.

FLAUSINO, F. R.; GALLARDO, A. L. C. F. Oferta de serviços ecossistêmicos culturais na despoluição de rios urbanos em São Paulo. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 13, 9 jul. 2021.

GORSKI, M. C. B. Rios e cidades: Ruptura e reconciliação. 1a edição ed. São Paulo, SP: Senac São Paulo, 2010.

GU, Q. et al. Characterizing the spatial variations of the relationship between land use and surface water quality using self-organizing map approach. Ecological Indicators, v. 102, p. 633–643, 1 jul. 2019.

HUANG, S. et al. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. Journal of Forestry Research, v. 32, 31 maio 2020.

HYUN WOO, K. et al. Exploring the impact of green space health on runoff reduction using NDVI. Urban Forestry & Urban Greening, v. 28, 1 out. 2017.

JOBBÁGY, E. G. et al. Representación espacial de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos vinculados al agua. Ecología Austral, v. 32, n. 1- bis, p. 213–228, 2022.

KONIJNENDIJK, C. et al. Defining urban forestry-A comparative perspective of North America and Europe. Urban Forestry & Urban Greening, v. 4, p. 93–103, 1 abr. 2006.

KONIJNENDIJK, C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule. Journal of Forestry Research, v. 34, 27 ago. 2022.

LI, S. et al. Multi-scale relationship between land use/land cover types and water quality in different pollution source areas in Fuxian Lake Basin. PeerJ, v. 7, p. e7283, 15 jul. 2019.

LIU, F. et al. Scale Effect of Sloping Landscape Characteristics on River Water Quality in the Upper Reaches of the Si River in East-Central China. Land, v. 12, p. 457, 11 fev. 2023.

MARONI, D. et al. Land surface temperature and vegetation index as a proxy to microclimate. Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 9, p. 105796, 1 jun. 2021.

MELLO, K.; TOPPA, R.; LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. CERNE, v. 22, p. 277–288, 1 set. 2016.

OKSANEN, J. et al. vegan: Community Ecology Package. , 11 out. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 23 mar. 2024

R CORE TEAM. R: The R Project for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

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

REYES-PAECKE, S.; FIGUEROA, I. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales, v. 36, p. 89–110, 1 dez. 2010.

REZENDE, G. B. DE M.; ARAÚJO, S. M. S. DE. Metodologia para diagnóstico de cursos de água inseridos em áreas urbanas (Methodology to diagnosis of water courses inserted in urban areas). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 3, p. 1054–1078, 7 jul. 2018.

RIBEIRO, M. P.; MELLO, K. DE; VALENTE, R. A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. Ciência Florestal, v. 30, n. 3, p. 819–834, 1 set. 2020.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. 1 jan. 1974. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614>. Acesso em: 17 abr. 2024

SALBITANO, F. et al. Guidelines on urban and peri-urban forestry. [s.l: s.n.].

SHI, P. et al. Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. CATENA, v. 151, p. 182–190, 1 abr. 2017.

SLIVA, L.; WILLIAMS, D. Buffer Zone Versus Whole Catchment Approaches to Studying Land Use Impact on River Water Quality. Water research, v. 35, p. 3462–72, 1 nov. 2001.

SOMMEECHAI, M. et al. Ecological Structure of a Tropical Urban Forest in the Bang Kachao Peninsula, Bangkok. Forests, v. 9, p. 36, 16 jan. 2018.

SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ, B.; MICHALIK-ŚNIEŻEK, M. The Methodology of Landscape Quality (LQ) Indicators Analysis Based on Remote Sensing Data: Polish National Parks Case Study. Sustainability, v. 12, p. 2810, 2 abr. 2020.

VERÓL, A. P. et al. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL EM RIOS URBANOS - UMA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA ANATUREZA PARA MELHORIA AMBIENTAL E URBANA. Em: Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020. p. 57–71.

VIEZZER, J. et al. Área verde é tudo igual? a importância de se considerar tipologias de áreas verdes urbanas para avaliar seus benefícios em Curitiba. Paisagem e Ambiente, v. 33, p. e192983, 8 nov. 2022.

VOGEL, H.; ZAWADZKI, C.; METRI, R. FLORESTAS RIPÁRIAS: IMPORTÂNCIA E PRINCIPAIS AMEAÇAS. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v. 4, 28 jul. 2009.

WEINGARTNER, G.; SANTOS, G. A Arborização e a formação urbana de Campo Grande. Em: [s.l: s.n.]. p. 154–194.

WELLING, R.; DALTON, J. DESAFIOS MUNDIAIS E AS RESPOSTAS QUE AS SBN ESTÃO DANDO ÀS QUESTÕES RELACIONADAS À AGUA: Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020.

WU, J.; LU, J. Spatial scale effects of landscape metrics on stream water quality and their seasonal changes. Water Research, v. 191, p. 116811, 6 jan. 2021.

XI, H. et al. Spatiotemporal Evolution Characteristics of Ecosystem Service Values Based on NDVI Changes in Island Cities. IEEE Access, v. 9, p. 12922–12931, 1 jan. 2021.

SEGUNDO CAPÍTULO

FLORESTA URBANA E PAISAGENS HÍDRICAS: CASO DE UMA CIDADE NO CENTRO-OESTE DO BRASIL[2]

Resumo: A urbanização acelerada nas cidades, ocupação das planícies fluviais e canalização dos cursos d'água para viabilizar infraestruturas e circulação viária, têm resultado na impermeabilização excessiva do solo urbano e enchentes crônicas no meio urbano. Este estudo analisa o paradigma higienista e funcionalista na origem da gestão pública das águas urbanas e propõe uma abordagem sistêmica baseada na paisagem, destacando a importância dos bosques ripários para a biodiversidade, mitigação de ilhas de calor urbano, melhoria da qualidade do ar e conservação dos recursos hídricos. Este estudo foi realizado nas microbacias do Anhanduí e Segredo, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Esta área é caracterizada por relevo suavemente ondulado e uma rede hidrográfica com nascentes e pequenos cursos d'água. Foi feita uma análise histórica das transformações urbanas que impactaram os cursos hídricos dessas microbacias. Identificaram-se 14 tipologias de ocupação em zonas ripárias e foram propostas soluções para ampliar, proteger e manter áreas verdes ao longo dos cursos hídricos, integrando esses espaços às comunidades locais e criando espaços de lazer. Entre as principais sugestões estão a preservação das Áreas de Proteção Permanente (APP), a criação de parques e a implantação de ciclovias, visando promover a sustentabilidade e a conservação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: recursos hídricos, ambiente urbano, florestas ripárias, áreas verdes

Abstract: *Accelerated urbanization in cities, occupation of floodplains, and the channeling of watercourses to facilitate infrastructure and traffic flow have resulted in excessive urban soil impermeabilization and chronic flooding. This study analyzes the hygienist and functionalist former paradigm of public urban water management and proposes a sistemic landscape-based approach, highlighting the importance of riparian woodlands for biodiversity, mitigation of urban heat islands, air quality improvement, and water resource conservation. The study was conducted in the Anhanduí and Segredo micro-basins in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. This area is characterized by gently undulating relief and a hydrographic network with springs and small watercourses. A historical analysis of urban transformations impacting the watercourses of these micro-basins was performed. Fourteen types of land use in riparian zones were identified, and solutions were proposed to expand, protect, and maintain green areas along the watercourses, integrating these spaces into local communities and creating recreational areas. Key suggestions include preserving Permanent Preservation Areas (APP), creating parks, and implementing bike paths, aiming to promote sustainability and conserve water resources.*

[2] Resultados parciais foram publicados na forma de resumo expandido nos ANAIS do Congresso Brasileiro de Arborização Urbana - XXV CBAU e Congresso Iberoamericano de Arborização Urbana - IV CIAU, Maringá, PR, 2023.

Keywords: *water resources, urban environment, riparian forests, green areas*

2.1 INTRODUÇÃO

As intervenções de planejamento e projeto em resposta à urbanização da cidade, resultaram em um modelo de desenvolvimento que priorizou a ocupação das planícies fluviais e a canalização dos cursos d'água para permitir a expansão da infraestrutura urbana e viária (ARRUDA, 2012). Essas ações levaram à impermeabilização excessiva do solo, redução da infiltração de água e aumento do escoamento superficial (WELLING; DALTON, 2020). Como consequência, as cidades passaram a enfrentar enchentes crônicas, degradação dos ecossistemas ripários e perda significativa de biodiversidade (MELLO; TOPPA; LEITE, 2016; WELLING; DALTON, 2020).

O Centro-Oeste possui domínio predominante do bioma Cerrado em seu território abrangendo vários tipos de fitofisionomias, compondo um “mosaico vegetacional” (RIBEIRO; FONSECA; SOUSA-SILVA, 2001). As florestas ripárias, que desenvolvem-se às margens dos cursos d’agua, descritas como Floresta Tropical Estacional Densa Ripária por Coutinho (2016), são chamadas de Mata Ciliar e Mata de Galeria. A Mata Ciliar (figura 2.1-a) ocorre ao longo de rios de médio a grande porte, o nome se deve ao fato de que estas florestas acompanham as margens dos rios formando “cílios”. Por sua vez, a Mata de Galeria (figura 2.1-b) estão presentes em rios de pequeno porte e córregos, a vegetação arbórea forma galerias acima do curso d’agua, que seria como os cílios se tocando quando os olhos estão fechados (COUTINHO, 2016).

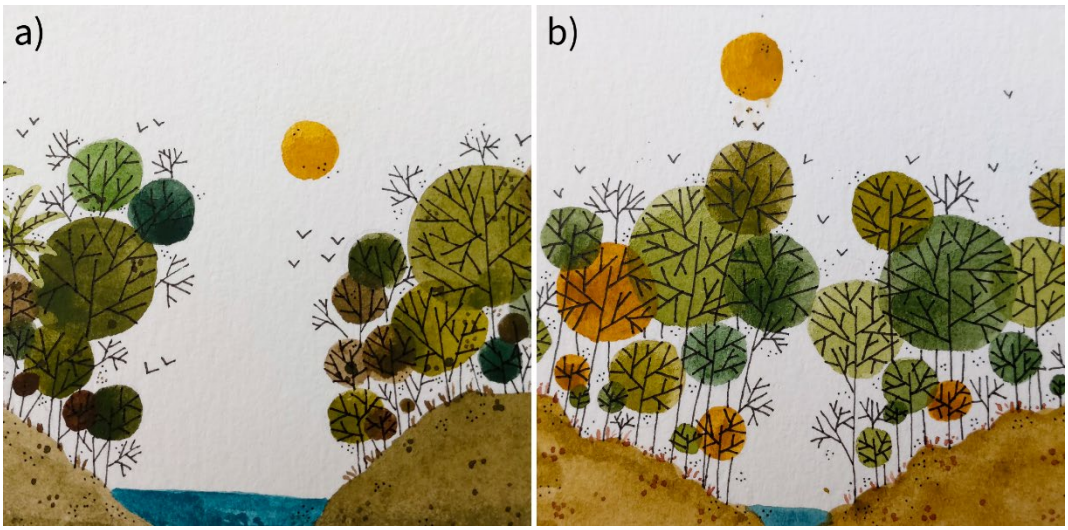


Figura 2.1 Perfil esquemático de uma Mata Ciliar (a) e Mata de Galeria (b).

A legislação ambiental brasileira reconhece a importância das florestas ripárias através da proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012). A legislação vigente visa proteger os cursos d'água e suas margens, mas enfrenta desafios em sua implementação, especialmente em áreas urbanas, onde a pressão por desenvolvimento e infraestrutura frequentemente resulta na degradação dessas áreas protegidas (AZEVEDO-SANTOS et al., 2023). A recente Lei 14.285/2021, que delega aos municípios a definição das larguras das APPs (BRASIL, 2021), pode resultar em consequências negativas para os ecossistemas aquáticos urbanos (AZEVEDO-SANTOS et al., 2023).

As zonas ripárias urbanas, impactadas pela urbanização descontrolada, foram transformadas em áreas de risco e degradação. A impermeabilização do solo e a canalização dos cursos d'água resultaram em problemas crônicos de enchentes, afetando tanto a mobilidade quanto a segurança dos habitantes (WELLING; DALTON, 2020). Apesar disso, essas áreas têm um potencial significativo como corredores ecológicos e espaços de convivência (GORSKI, 2010). Esses espaços promovem a biodiversidade, ajudam a mitigar o impacto das ilhas de calor urbano, melhoram a qualidade do ar e

contribuem para a conservação dos recursos hídricos (BUYADI, MOHD, MISNI, 2015; MARONI et al., 2021).

Os rios e elementos hídricos que compõem as bacias hidrográficas são fundamentais na estrutura do território e refletem sobre "processos, recursos e valores essenciais" da paisagem (SARAIVA, 1999). A paisagem, por sua vez, é uma construção resultante das interações entre processos naturais e sociais, e sua compreensão vai além da análise técnica, necessitando ser vivenciada (CARLOS, 2007). Sendo assim, a paisagem inclui a percepção espacial e os aspectos culturais e simbólicos de quem a vivência, podendo evocar sentimentos de memória e pertencimento (QUEIROGA, 2012).

A urbanização de Campo Grande foi marcada pela rápida expansão especialmente a partir da década de 1970, após a designação da cidade como capital do estado do Mato Grosso do Sul em 1979 que acelerou a urbanização descontrolada (ARRUDA, 2012; 2016). Este estudo tem como objetivo identificar as paisagens resultantes das dinâmicas de ocupação de diferentes tipologias de urbanização em cursos hídricos e suas zonas ripárias na cidade de Campo Grande, MS. Destacando a necessidade de ampliação, proteção e manutenção das áreas verdes ao longo dos cursos hídricos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área de estudo

Este estudo trata das microbacias do Anhanduí e Segredo, localizadas no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Campo Grande possui um relevo suavemente ondulado e uma rede hidrográfica composta por nascentes e pequenos cursos d'água. A cidade apresenta um tecido urbano amplo e horizontal, caracterizado por muitos vazios e espaços livres (WEINGARTNER; SANTOS, 2022).

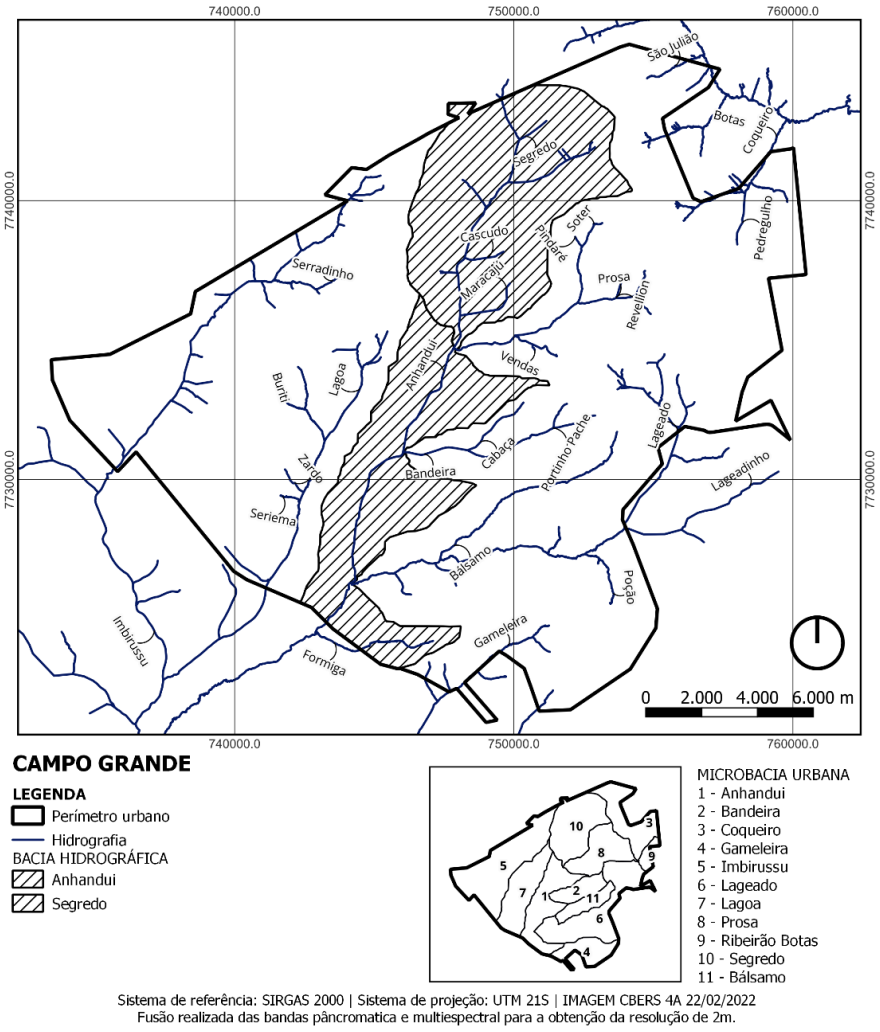


Figura 2.2 Área urbana de Campo Grande - MS com a localização da área de estudo os cursos hídricos das bacias hidrográficas do Segredo e do Anhanduí, localização do centro da cidade

A microbacia do rio Anhanduí tem uma importância especial pois recebe contribuição de quase todas as outras microbacias do município, incluindo os córregos Segredo, Prosa, Bandeira, Lageado, Imbirussu e Lagoa (CAMPO GRANDE, 2021). O rio Anhanduí, localizado em uma região densamente povoada, recebe elevada carga de esgotos clandestinos de residências (BARBOSA, 2018). Além disso, concentra sete estações elevatórias de esgoto e recebe o efluente final da estação de tratamento de esgotos (ETE Los Angeles) (CAMPO GRANDE, 2021). O Córrego Formiga, que nasce no setor "Los Angeles" e deságua no Rio Anhanduí após o limite da área urbana do município, é importante para o monitoramento devido à sua proximidade com o aterro

sanitário de Campo Grande, o que pode resultar em elevada carga poluente advinda de lixiviação (CAMPO GRANDE, 2021).

A microbacia do córrego Segredo é composta pela drenagem dos córregos Cascudo, Maracajú, Segredo e Seminário, dentre outros pequenos braços não nomeados. O Córrego Segredo possui suas cabeceiras localizadas na porção norte da área urbana do município, sendo uma delas na Lagoa da Cruz, outra no Parque Estadual Mata do Segredo e a terceira na área do Exército Brasileiro, próximo ao Bairro Nova Lima (CAMPO GRANDE, 2021). O Córrego Maracajú é um dos córregos do município que se encontra totalmente canalizado. Ele tem seu início no entorno da Vila Rosa (Avenida Mato Grosso e Rua Bahia) e deságua no Córrego Segredo na Avenida Ernesto Geisel. O Córrego Cascudo tem sua nascente localizada próximo ao residencial Monte Castelo, seguindo canalizado até o cruzamento da Avenida Rachid Neder com a Rua 14 de Julho. No cruzamento da Avenida Rachid Neder com a Ernesto Geisel, localiza-se o ponto de confluência com o Córrego Segredo.

2.2.2 Levantamento de dados

Este trabalho parte da premissa de que os rios e elementos hídricos que compõem as bacias hidrográficas são fundamentais na estrutura do território e refletem sobre “processos, recursos e valores essenciais” da paisagem (SARAIVA, 1999). Deste modo este estudo se embasou nestas três características da paisagem hídrica descrita por Saraiva (1999) e adaptou a metodologia adotada por Penna (2019).

2.2.2.1 Processos

Para entender os processos históricos e suas influências nos cursos hídricos de Campo Grande, foi realizada uma síntese histórica detalhada. Esta síntese abordou as transformações urbanas e suas consequências nos principais cursos d'água da cidade,

destacando eventos significativos que impactaram as sub-bacias do Segredo e do Anhanduí.

2.2.2.2 Recursos e Valores

O levantamento dos recursos envolveu a coleta de informações gerais sobre os corpos d'água, incluindo suas formas, usos e funções. Este levantamento foi realizado através de:

Mapeamento da Vegetação: Utilização do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para analisar a distribuição horizontal da vegetação. Foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A, adquiridas do site "DGI-INPE" do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens, datadas de 19 de fevereiro de 2022, foram escolhidas por estarem livres de nuvens, o que assegura uma visualização clara. A data coincide com a época das chuvas, período de maior presença de folhas e fotossíntese, facilitando a identificação de maciços arbóreos. Para melhorar a resolução espacial para 2 m, foi realizada uma fusão das bandas multiespectrais com a banda pancromática. O NDVI foi calculado usando a equação NDVI = (NIR - R) / (NIR + R), onde NIR é a reflectância no infravermelho próximo e R é a reflectância no vermelho.

Estudo de Imagens de Satélite: Análise de imagens de satélite para complementar e verificar os dados obtidos em campo, proporcionando uma visão detalhada das áreas de estudo.

Os valores da paisagem hídrica foram analisados através de um diagnóstico paisagístico da vegetação, baseado nos valores cênicos e estéticos. Esta análise incluiu:

Levantamento das Seções Tipo: Identificação e mapeamento das principais tipologias de ocupação encontradas ao longo dos cursos hídricos. Este levantamento permitiu a

análise da distribuição vertical da vegetação e a compreensão de como diferentes práticas de ocupação afetam a estrutura vegetacional das margens dos cursos d'água.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Processos da paisagem

A urbanização de Campo Grande teve um impacto significativo nos cursos hídricos locais, especialmente nas sub-bacias do Segredo e do Anhanduí, que formam o eixo norte-sul da cidade. Essas sub-bacias atravessam a região urbana central e o centro histórico da cidade, refletindo as características históricas e o modelo de urbanização que marcaram Campo Grande ao longo do tempo (Figura 2.3 e 2.4). A cidade de Campo Grande evoluiu através de várias transformações, moldadas pelas dinâmicas político-sociais e econômicas. O centro territorial de Campo Grande coincide com seu centro histórico e comercial, onde a cidade inicialmente cresceu e se desenvolveu (ARRUDA, 2016).

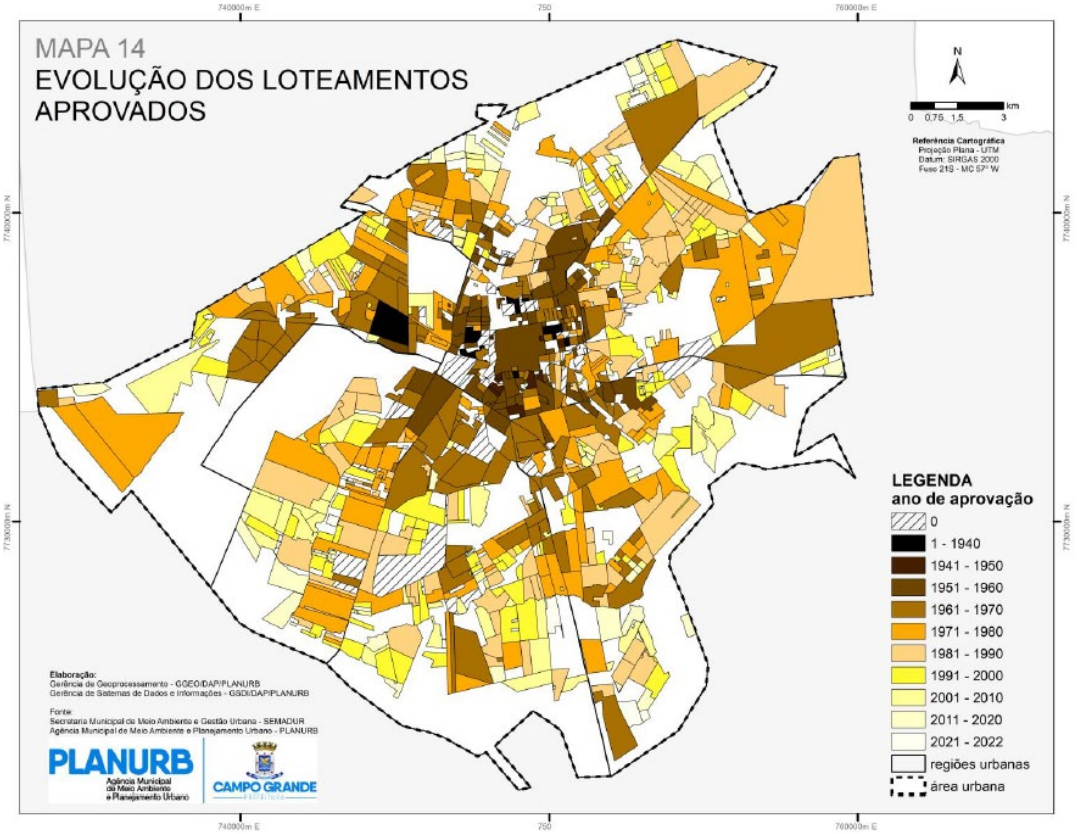


Figura 2.3 Evolução dos loteamentos aprovados.
Fonte: CAMPO GRANDE (2023)

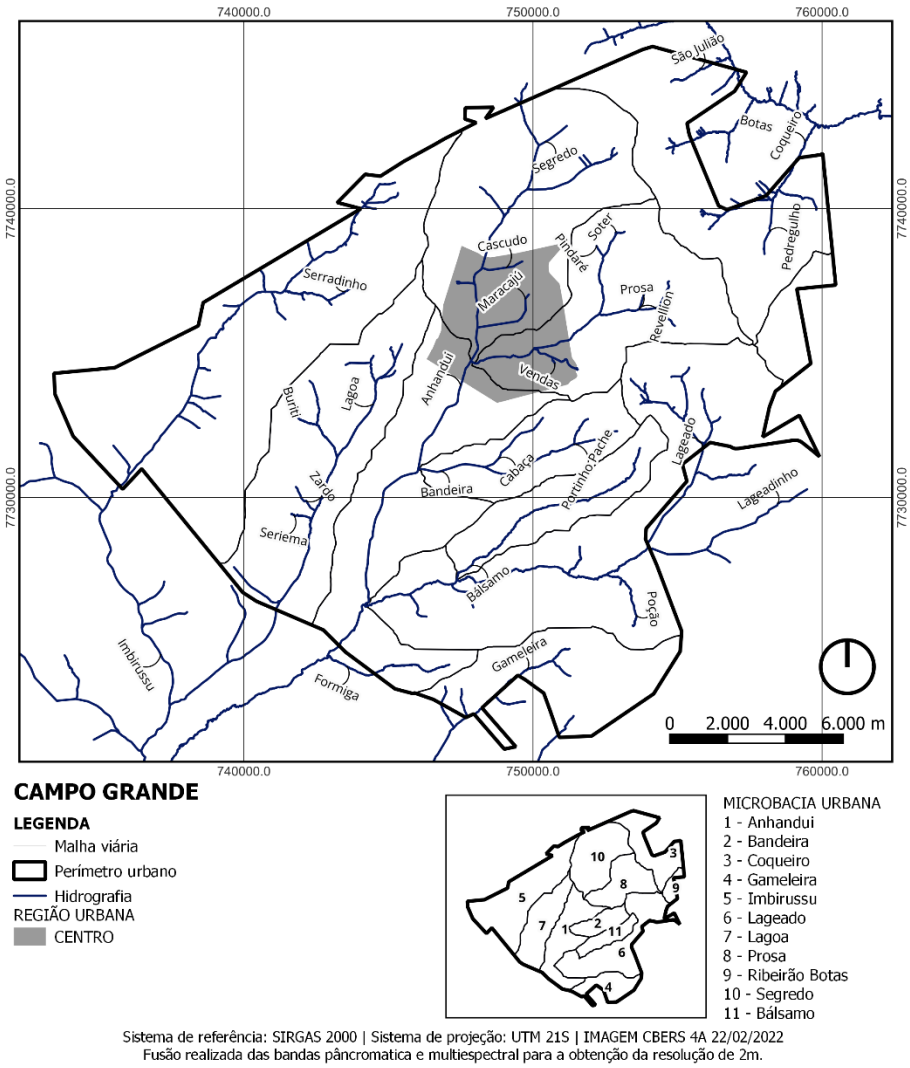


Figura 2.4 Área urbana de Campo Grande - MS com os cursos hídricos, bacias hidrográficas e localização do bairro Centro

O Rio Anhanduí, o único curso hídrico da cidade classificado como ‘rio’, nasce da confluência dos córregos Prosa e Segredo. A histórica de Campo Grande começou neste local, onde atualmente encontra-se atualmente o Horto Florestal, marco comemorado pelo Monumento dos Fundadores (ARRUDA, 2012) (Figura 2.5). Este desenvolvimento levou a retirada da vegetação ripária e a ocupação das margens dos cursos d'água por avenidas e construções, que se tornaram focos de crescimento urbano (BARBOSA, 2018) (MARQUES, 2007). A chegada dos trilhos da Noroeste do Brasil (NOB) em 1914 marcou um ponto de virada no desenvolvimento urbano de Campo Grande. Os trilhos seguiam a margem esquerda do Rio Anhanduí, cruzavam o Córrego

Prosa e continuavam pela margem esquerda do Córrego Segredo, impactando diretamente essas áreas ribeirinhas. A presença dos trilhos impulsionou o desenvolvimento comercial e aumentou a demanda por loteamentos e infraestrutura (ARRUDA, 2012).

Figura 2.5 A direito mapa da localização do monumento marco zero e a direita imagem de aerofotogrametria 2013.
Fonte: CAMPO GRANDE (2023)

No final da década de 1960, a implementação do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) introduziu diretrizes urbanas que alteraram significativamente o desenho da área central da cidade. Este plano propôs uma estrutura viária Norte-Sul e Leste-Oeste, baseada nos cursos hídricos (i. e. córregos Prosa, Segredo e rio Anhanduí). Na década de 1970, a canalização e tubulação dos cursos hídricos se intensificaram (ARRUDA, 2012). O Córrego Maracaju, por exemplo, foi completamente tubulado e enterrado devido aos grandes transtornos causados por suas cheias no centro da cidade (Figura 2.6) (ARCA, 2020). Isto demonstra uma abordagem higienista predominante na época, focada no dessecamento de áreas úmidas, na rápida condução dos escoamentos e ocultação das águas superficiais. Esta visão mecanicista transferiu problemas de cheias e poluição para jusante das cidades, provando ser inadequada e exigindo um repensar para promover o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas (LEMOS; QUEIROGA, 2017).

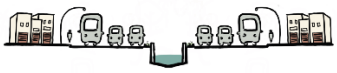
Figura 2.6 Fotos do Córrego Maracaju localizado na Rua Maracaju em Campo Grande, MS.
Legenda: da esquerda para a direita: Córrego Maracaju antes do fechamento do canal; Córrego em uma enchente na década de 1970 e; Rua Maracaju atualmente com a canalização do córrego. Fonte Arca – Arquivo Histórico de Campo Grande e Campo Grande News

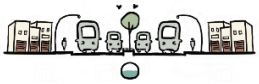
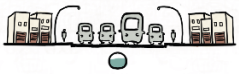
As intervenções nos cursos hídricos de Campo Grande demonstram uma tendência de priorização da infraestrutura urbana em detrimento da sustentabilidade ambiental. As mudanças territoriais resultantes dessas intervenções mostram como o desenvolvimento urbano impactou negativamente os cursos d'água, resultando em problemas crônicos de enchentes e degradação ambiental (PLANURB, 2022). Este histórico destaca a necessidade de uma nova abordagem que considere os aspectos ecológicos e sociais desses espaços para promover um desenvolvimento urbano mais sustentável.

2.3.2 Recursos e Valores da paisagem

Foram identificadas 14 tipologias de ocupação dos cursos hídricos, presentes nas sub-bacias hidográficas dos Córrego Segredo e do Rio Anhanduí, variando desde perfis sem revestimento na calha hídrica (tipologias 1 a 7), perfis com a calha revestida (tipologia 8 a 10) e perfis com a calha fechada (tipologias 11 a 14) (tabela 2.1).

Tabela 2.1 Seção transversal e descrição de tipologias levantadas nos cursos hídricos da bacia do Segredo e Anhandui, na cidade de Campo Grande.

n°	Seção transversal	Descrição
01		Extensas áreas verdes em unidades de conservação
02		Áreas pouco habitadas em chácaras urbanas com atividade agropecuária
03		Grande eixo viário urbano com via presente na margem esquerda do curso hídrico
04		Grande eixo viário urbano com via presente na margem direita do curso hídrico
05		Grande eixo viário urbano com via presente nas duas margens do curso hídrico
06		Áreas de ocupações irregulares na APP, com supressão da vegetação
07		Áreas com predominância de pastagem e vegetação arbórea aberta
08		Cursos hídricos canalizados com revestimento permeável (gabião), com vegetação
09		Cursos hídricos canalizados com revestimento não permeável, com vegetação
10		Cursos hídricos canalizados com revestimento não permeável, sem vegetação

11		Cursos hídricos tamponados em rotatórias, com vegetação
12		Cursos hídricos tamponados ao longo de via urbana, com vegetação
13		Cursos hídricos tamponados ao longo de via urbana, sem vegetação
14		Cursos hídricos tamponados sob edificação, sem vegetação

A ordenação das tipologias de 1 a 14, de acordo com o grau de antropização, revela uma tendência na distribuição dessas características ao longo dos cursos hídricos urbanos de Campo Grande. Os valores mais elevados, representando cursos hídricos mais antropizados, são observados predominantemente na área central da cidade (Figura 2.7). A distribuição das tipologias, sendo as mais antropizadas localizadas no centro da cidade, reflete uma característica histórica do processo de urbanização de Campo Grande, onde as áreas centrais foram as primeiras a serem desenvolvidas e urbanizadas (ARRUDA, 2012). Como resultado desse processo, os cursos d'água nessas regiões foram mais impactados pelas atividades humanas, incluindo a canalização, tamponamento e urbanização das margens dos rios e córregos (BARBOSA, 2018). Por outro lado, as áreas periféricas da cidade tendem a apresentar valores mais baixos, indicando cursos hídricos menos antropizados e com maior preservação de suas características naturais. Isso pode ser atribuído a uma urbanização mais recente nessas regiões, bem como a uma menor densidade populacional e atividades urbanas (BARBOSA, 2018).

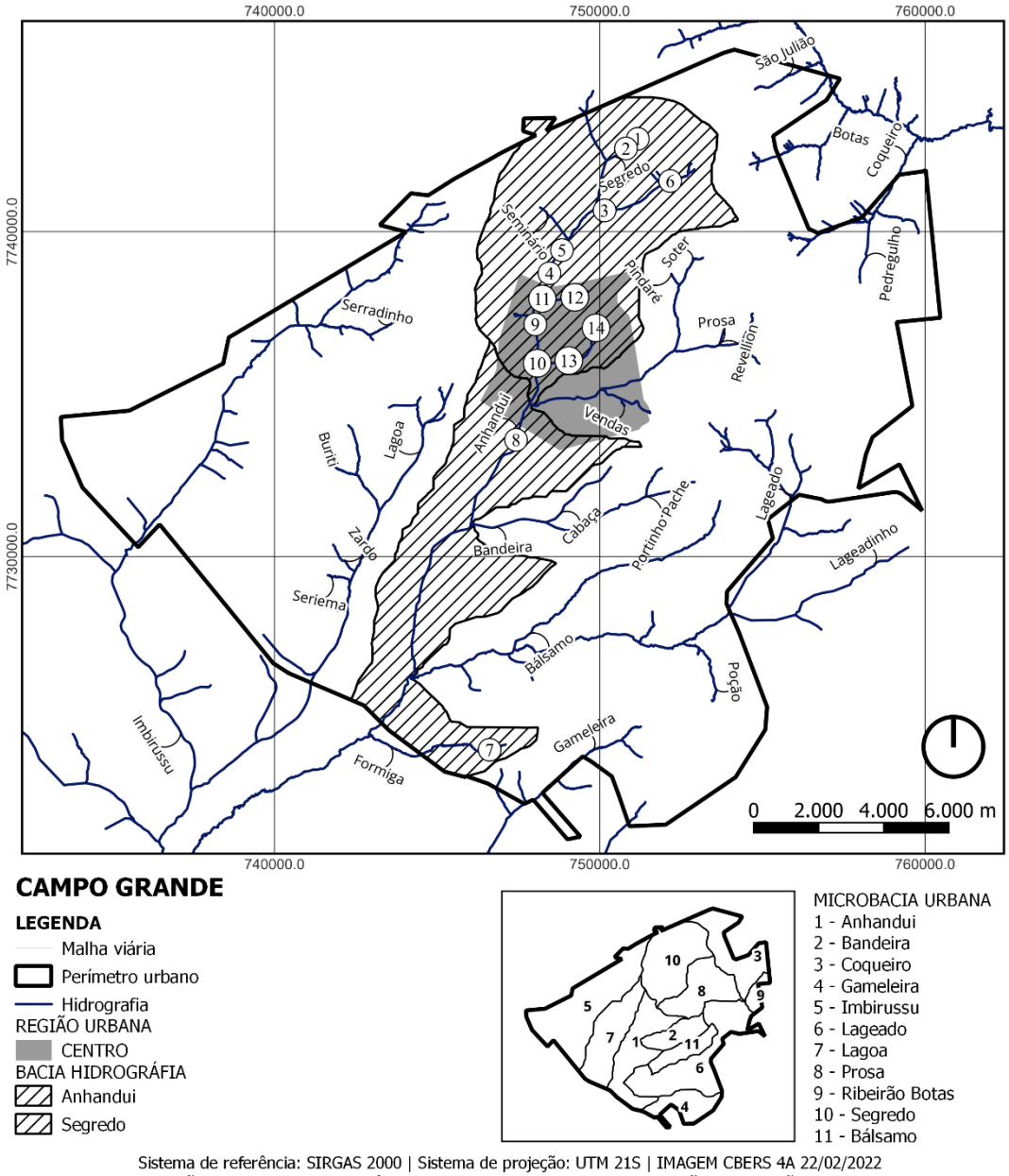


Figura 2.7 Localização das tipologias de ocupação dos cursos hídricos urbanos

A Tipologia 1 se encontra no Parque Estadual Matas do Segredo, uma extensa área de proteção ambiental onde está localizada uma das nascentes do Córrego Segredo. Esta tipologia demonstra uma preservação dos boques ripários ao longo dos cursos hídricos. Esses espaços promovem a biodiversidade, ajudam a mitigar o impacto

das ilhas de calor urbano, melhoram a qualidade do ar e contribuem para a conservação dos recursos hídricos (JOBBÁGY et al., 2022). Além disso, o parque contribui significativamente para a qualidade de vida dos habitantes de Campo Grande, oferecendo um espaço natural para lazer e educação ambiental (Figuras 2.8 e 2.9).

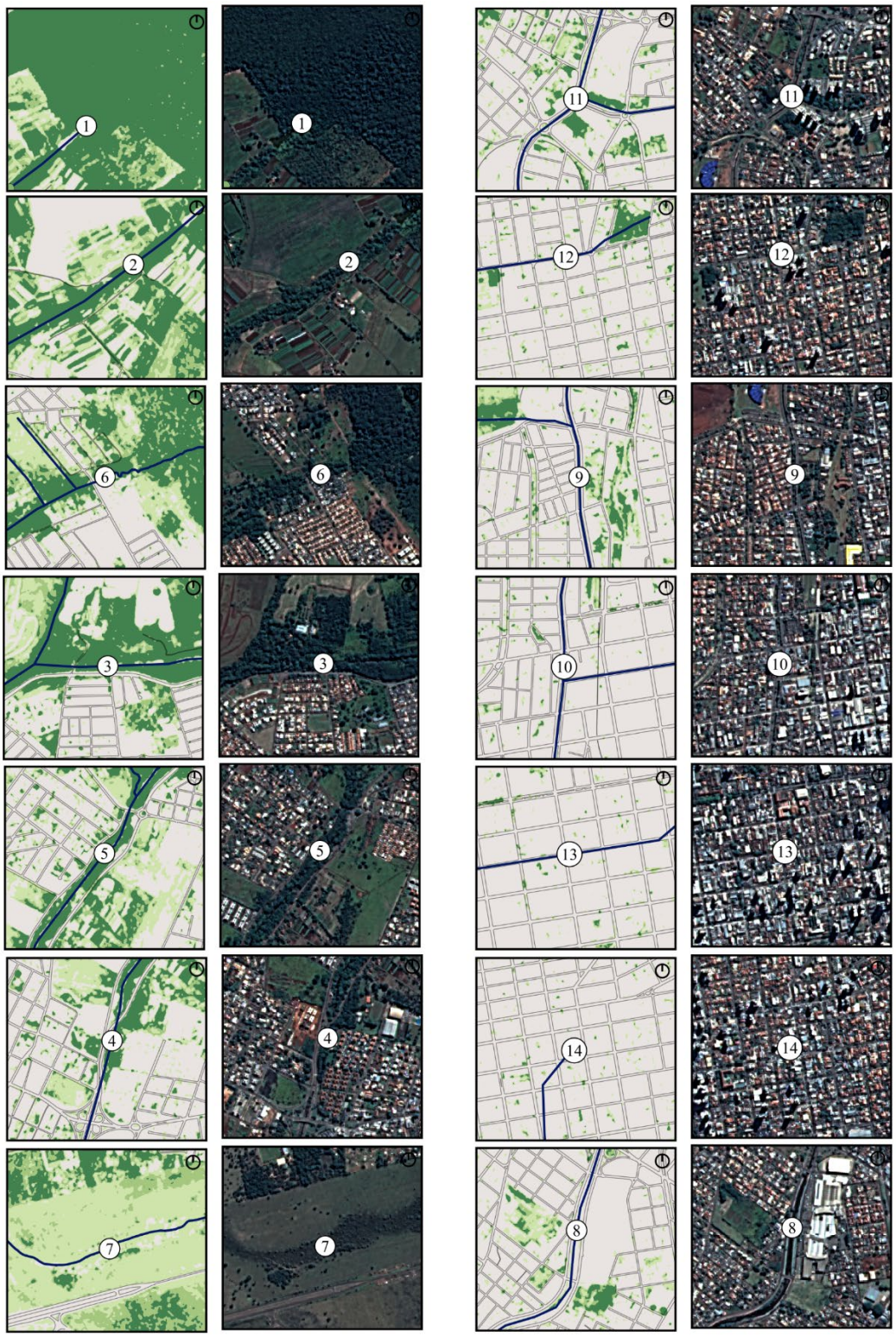


Figura 2.8 Localização das tipologias de ocupação dos cursos hídricos urbanos. A esquerda imagem NDVI (Capítulo 1) a direita Imagem CBERS 04a.
Fonte: PMCG e INPE

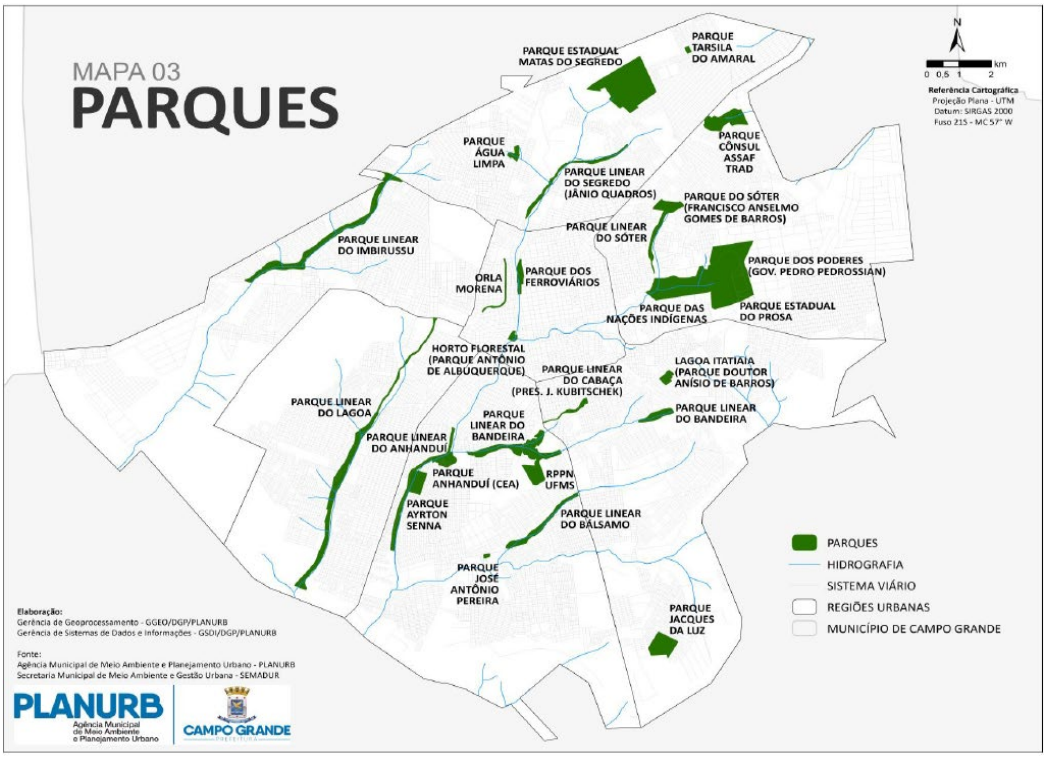


Figura 2.9 Mapa da localização dos Parques em Campo Grande – MS. Fonte: (PLANURB, 2023)

A Tipologia 2 se encontra próximo ao Parque Estadual Matas do Segredo, em uma área pouco habitada de chácaras urbanas com produção agropecuária. Esta tipologia é caracterizada por grandes lotes que incluem hortas e pastagens. A coexistência de hortas e pastagens nesta região contribui para a diversidade de uso do solo, embora seus impactos ambientais possam variar. A presença dessas áreas produtivas pode oferecer benefícios como a manutenção de espaços verdes e a promoção da biodiversidade, mas também pode apresentar desafios relacionados ao manejo sustentável e à preservação dos recursos hídricos.

As tipologias 3, 4 e 5 ocorrem ao longo da Av. Pref. Heráclito Diniz de Figueiredo, que junto com a Av. Ernesto Geisel forma um importante corredor norte-sul de mobilidade urbana. Este grande eixo viário, integra o Parque Linear Jânio Quadros e possui avenidas marginais com ciclovias e áreas de lazer, representando uma tipologia

que integra mobilidade urbana e espaços verdes públicos. Essas áreas facilitam o trânsito e a mobilidade dos habitantes, usando os cursos hídricos como delimitadores no desenho urbano (GORSKI, 2010). A presença de vegetação ao longo das vias melhora o microclima local e oferece uma experiência visualmente agradável aos usuários. Além disso as áreas verdes públicas oferecem benefícios ecológicos, recreativos e estéticos, contribuindo significativamente para a qualidade de vida urbana. A utilização de vegetação nativa e a manutenção adequada são essenciais para preservar os valores ambientais e estéticos desses espaços.

A Tipologia 6 ocorre próxima a uma das nascentes do Córrego Segredo, na comunidade do Mandela. Esta região de fundo de vale é caracterizada por construções irregulares nas margens do córrego, situando-se em áreas de risco. A ocupação desordenada e a falta de infraestrutura adequada aumentam a vulnerabilidade da comunidade a eventos de enchentes e deslizamentos.

A Tipologia 7 ocorre no Córrego Formiga, situado no limite urbano sul da cidade de Campo Grande. Esta tipologia é caracterizada pela presença de áreas de pastagem e vegetação arbórea aberta, uma característica comum a outros cursos hídricos periurbanos da cidade (BARBOSA, 2018). A manutenção dessas áreas é vital para a preservação da biodiversidade e a mitigação dos efeitos da urbanização.

A tipologia 8 representa um curso hídrico canalizado com revestimento permeável. Embora a canalização possa alterar significativamente a paisagem natural, o uso de materiais permeáveis permite alguma infiltração de água, reduzindo a impermeabilização completa do solo e ajudando a controlar o escoamento superficial. Visualmente, essas áreas podem ser integradas com vegetação para melhorar seus valores estéticos. A vegetação ao longo das canalizações não apenas embeleza o ambiente urbano, mas também contribui para a criação de corredores ecológicos, que são essenciais para a

biodiversidade em áreas urbanizadas. A integração de vegetação nativa e a manutenção adequada dessas áreas são fundamentais para maximizar seus benefícios ambientais.

A tipologia 9 e 10 correspondem a cursos hídricos canalizados com revestimento impermeável, localizados no Córrego Segredo e Rio Anhandui, na porção central de Campo Grande. Essas áreas possuem alguns espaços de vegetação, embora quase inexistentes em alguns pontos mais centrais. Embora a canalização possa impactar negativamente a naturalidade do curso d'água, dificultando a infiltração de água e alterando os habitats aquáticos, a arborização adjacente pode melhorar a aparência visual e proporcionar benefícios ecológicos adicionais, como habitat para a fauna urbana e mitigação de ilhas de calor.

A tipologia 11 de cursos hídricos tamponados em rotatórias com vegetação apresentam característica que aumenta o risco de alagamentos e enchentes. O tamponamento dos cursos hídricos em rotatórias cria uma condição na qual o fluxo natural da água é interrompido ou desacelerado. Durante períodos de chuvas intensas ou aumento do volume de água, essas áreas podem se tornar pontos críticos de acúmulo, uma vez que a capacidade de escoamento é comprometida. Como resultado, a água pode se acumular rapidamente, levando a alagamentos e aumentando o risco de danos às propriedades e à infraestrutura urbana.

A tipologia 12 de curso hídrico ocorre no Córrego Cascudo, acompanhando a Av. Rachid Neder. Nesta configuração, o tamponamento do curso hídrico esconde este elemento da paisagem urbana. O encontro deste córrego com o Córrego Segredo é identificado como um ponto crítico de alagamento na cidade (tipologia 11). Essas áreas, que perderam a característica natural da presença do curso hídrico com a lâmina d'água visível, encontram na presença de árvores e outras plantas a continuidade como corredor de biodiversidade.

A tipologia 13 de curso hídrico tamponado ocorre no Córrego Maracaju, acompanhando a Av. Maracaju. Nesta configuração a ausência total de vegetação denota a inexistência de características naturais ao longo do curso d'agua. A falta de vegetação ao longo desses cursos hídricos tamponados reflete a completa intervenção humana na paisagem, resultando na eliminação das características naturais do ambiente. A ausência de elementos vegetais não apenas compromete a biodiversidade local, mas também contribui para a degradação da qualidade ambiental e estética da área urbana circundante.

A tipologia 14 ocorre na nascente do Córrego Maracaju, onde ocorre o tamponamento do curso hídrico com a existência de edificações. A urbanização próxima às nascentes dos cursos d'água representa uma interferência significativa nos processos hidrológicos naturais, afetando a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos locais. Essas áreas tamponadas enfrentam desafios significativos em termos de resiliência ecológica e capacidade de sustentabilidade (REYES-PAECKE; FIGUEROA, 2010; (FARES et al., 2020; LYRA, 2024; ROCHA; ALENCAR, 2024). A falta de vegetação ao longo dos cursos d'água aumenta a vulnerabilidade dessas áreas a problemas como erosão do solo, poluição hídrica e aumento das temperaturas locais devido à falta de sombreamento (REYES-PAECKE; FIGUEROA, 2010; SANTOS, 2017; FARES et al., 2020; ARAÚJO, 2024).

2.3 CONCLUSÃO

A distribuição das tipologias ao longo dos cursos hídricos urbanos de Campo Grande reflete não apenas o atual estado de antropização dessas áreas, mas também aspectos históricos do desenvolvimento urbano da cidade. Essas informações são essenciais para orientar políticas de gestão ambiental e planejamento urbano que visam promover a sustentabilidade e a conservação dos recursos hídricos na cidade. Os espaços verdes nos cursos hídricos urbanos desempenham um papel fundamental na estruturação

da floresta urbana, contribuindo para uma melhor qualidade de vida na cidade. A presença de espaços verdes ao longo dos cursos hídricos, como as APPs, os parques e os grandes eixos viários com ciclovias, proporcionam benefícios significativos para a população e o meio ambiente. Portanto, é crucial, por meio da identificação das tipologias, incentivar a preservação e promover políticas que valorizem a manutenção das florestas urbanas próximas aos cursos hídricos, de forma a gerar qualidade de vida, bem-estar da população e proteção dos ecossistemas locais. Essa abordagem busca o desenvolvimento urbano com a conservação da natureza, visando a construção de cidades resilientes e sustentáveis para as atuais e futuras gerações.

2.4 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. M. DE. Avaliação da eficiência da paisagem para parques lineares urbanos na Amazônia: um estudo de caso em Rio Branco, Acre. 15 abr. 2024.

ARRUDA, Â. Raízes do Planejamento Urbano em Campo Grande. **Raízes do planejamento urbano em Campo Grande e a criação do Planurb**, 1 jan. 2012.

ARRUDA, Â. Estudo dos Vazios Urbanos em Campo Grande MS - Relatório Final. **Os vazios urbanos na cidade de Campo Grande**, 1 jan. 2016.

AZEVEDO-SANTOS, V. et al. Brazil's urban ecosystems threatened by law. **Land Use Policy**, v. 131, p. 106721, 8 jun. 2023.

BARBOSA, E. F. DA F. DE M. ANÁLISE AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESPAÇO URBANO DE CAMPO GRANDE/ MS. Em: **Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 1p. 92–107.

BRASIL. Lei n° 12.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. . 25 maio 2012.

BRASIL. **LEI Nº 14.285, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2021 - DOU - Imprensa Nacional**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BUYADI, S. N. A.; MOHD, W. M. N. W.; MISNI, A. Vegetation's Role on Modifying Microclimate of Urban Resident. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, ASLI QoL2014 (Annual Serial Landmark International Conference on Quality of Life) / AQoL 2014 Istanbul (ABRA International Conference on Quality of Life). v. 202, p. 400–407, 22 ago. 2015.

CAMPO GRANDE. **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE CAMPO GRANDE - MS**: PROGRAMA CÓRREGO LIMPO. Campo Grande: [s.n.].

CARLOS, A. F. A. **O lugar no do mundo**. São Paulo: FFLCH, 2007.

COUTINHO, L. **Biomas brasileiros**. [s.l.] Oficina de Textos, 2016.

FARES, S. et al. Le foreste urbane ai tempi del COVID-19 ci proteggono dalle polveri sottili. v. 17, p. 48–51, 6 maio 2020.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades : Ruptura e reconciliação**. 1ª edição ed. São Paulo, SP: Senac São Paulo, 2010.

JOBBÁGY, E. G. et al. Representación espacial de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos vinculados al agua. **Ecología Austral**, v. 32, n. 1- bis, p. 213–228, 2022.

LYRA, A. M. G. C. Rio Jaú: paisagem, cidade e natureza. 5 mar. 2024.

MARONI, D. et al. Land surface temperature and vegetation index as a proxy to microclimate. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 9, p. 105796, 1 jun. 2021.

MARQUES, R. M. DA C. **Trilogia do patrimônio histórico e cultural sul-mato-grossense**. 2. ed. ed. Campo Grande: UFMS, 2007.

MELLO, K.; TOPPA, R.; LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. **CERNE**, v. 22, p. 277–288, 1 set. 2016.

PENNA, L. R. P. Paisagem hídrica em Juiz de Fora: insumos para compreensão do espaço urbano. Trabalho de Dissertação, Juiz de Fora, Brasil. 29 mar. 2019.

PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2022: Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: [s.n.]. v. 29

PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2023: Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: [s.n.]. v. 30

QUEIROGA, E. F. **Dimensões públicas do espaço contemporâneo: resistências e transformações de territórios, paisagens e lugares urbanos brasileiros**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 26 nov. 2012.

REYES-PAECKE, S.; FIGUEROA, I. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. **EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales**, v. 36, p. 89–110, 1 dez. 2010.

RIBEIRO, J.; FONSECA, C.; SOUSA-SILVA, J. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. [s.l: s.n.].

ROCHA, A. P.; ALENCAR, A. K. B. DE. Riachos Urbanos: Como esses sistemas têm sido compreendidos no planejamento urbano de Teresina? **Boletim do Gerenciamento**, v. 42, n. 42, 23 maio 2024.

SANTOS, R. DE O. Impactos ambientais na Bacia-Hidrográfica do Rio Roncador provocados por alteração do uso e cobertura do solo. 15 fev. 2017.

SARAIVA, M. DA G. A. N. **O Rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.

WEINGARTNER, G.; SANTOS, G. A Arborização e a formação urbana de Campo Grande. Em: [s.l: s.n.]. p. 154–194.

WELLING, R.; DALTON, J. Desafios Mundiais e as Respostas que as SBN Estão Dando às Questões Relacionadas à Agua: Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020

TERCEIRO CAPÍTULO

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PAISAGENS HÍDRICAS URBANAS

Resumo: Os serviços ecossistêmicos (SE) são todos os benefícios que as pessoas, direta ou indiretamente, usufruem dos padrões e funções da natureza. Durante o processo de expansão das cidades, a relação rio-cidade ocasionou perdas significativas dos habitats naturais, afetando enormemente a oferta de SE pela paisagem fluvial urbana. Alcançar o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a manutenção da qualidade dos ecossistemas é cada vez mais necessário, uma vez que os SE demonstram ser essenciais para a qualidade de vida nos centros urbanos. Os objetivos deste estudo são identificar os principais serviços ecossistêmicos prestados pela paisagem hídrica urbana no município de Campo Grande, MS e correlacioná-los com as condições ambientais das zonas ripárias no ambiente urbano. O estudo foi realizado nas microbacias do rio Anhanduí e córrego Segredo, utilizando o NDVI para avaliar a integridade ecológica das zonas ripárias e o índice de Qualidade da Água (IQA) em diferentes regiões das microbacias. Os resultados mostraram que as áreas menos antropizadas apresentaram maior cobertura vegetal e melhor qualidade da água, enquanto as áreas urbanizadas, especialmente no centro da cidade, exibiram degradação significativa da vegetação ripária e pior qualidade da água. Assim, pode ser concluído que a integridade ecológica das zonas ripárias é fundamental para a provisão de SE, destacando a necessidade de políticas de conservação e restauração, criação de corredores ecológicos e planejamento urbano sustentável para melhorar a saúde ambiental e a qualidade de vida da população.
Palavras-chave: Qualidade da água, área urbana, integridade ecológica, planejamento urbano sustentável

Abstract: *Ecosystem services (ES) encompass all the benefits that people, directly or indirectly, derive from the patterns and functions of nature. During the process of urban expansion, the river-city relationship has led to significant losses of natural habitats, greatly affecting the provision of ES by the urban riverine landscape. Achieving a balance between urban development and maintaining ecosystem quality is increasingly necessary, as ES are essential for the quality of life in urban centers. The objectives of this study were to identify the main ecosystem services provided by the urban water landscape in Campo Grande, MS, and to correlate them with the environmental conditions of riparian zones in the urban environment. The study was conducted in the micro-basins of the Anhanduí River and Segredo Stream, using the NDVI to assess the ecological integrity of riparian zones and the Water Quality Index (WQI) in different regions of the micro-basins. The results showed that less anthropized areas had greater vegetation cover and better water quality, while urbanized areas, especially in the city center, exhibited significant riparian vegetation degradation and poorer water quality. Therefore, it can be concluded that the ecological integrity of riparian zones is fundamental for the provision of ES, highlighting the need for conservation and restoration policies, the creation of ecological corridors, and sustainable urban planning to improve environmental health and the quality of life for the population.*

Keywords: *Water quality, urban area, ecological integrity, sustainable urban planning*

3.2. INTRODUÇÃO

Os rios representam espaços potenciais para vivenciar os benefícios do contato com a natureza, atendendo necessidades espirituais e materiais da população urbana (FLAUSINO; GALLARDO, 2021). No entanto, o processo de urbanização nas cidades vem promovendo uma contínua degradação desses ecossistemas urbanos. Segundo Gorski (2010), é comum observar que muitos cursos d'água que se localizam no meio urbano passaram por um processo de degradação contínua, transformando-se em alvo de rejeição e esquecimento, ao mesmo passo que o meio urbano vem sendo constantemente exposto a inundações, carência de fontes hídricas adequadas e desqualificação da paisagem fluvial. Essas questões vêm afastando o convívio social dessas áreas, atenuando a falta de compreensão do papel dos ecossistemas e do sistema hídrico para a sustentabilidade das cidades (VERÓL et al., 2020).

O processo de urbanização tradicional desperdiça oportunidades de uso das águas fluviais urbanas, adaptando esses espaços às necessidades das cidades, sem uma adequada consideração sobre a dinâmica natural das águas e o espaço necessário para o desenvolvimento de processos fluviais, ignorando seu valor ambiental, cultural e social (VERÓL et al., 2020). Neste sentido, foi o crescimento urbano e as alterações na ocupação do solo que colaboraram para a degradação de bacias hidrográficas, aumentando a vulnerabilidade das cidades aos perigos relacionados à água, como as cheias urbanas (WELLING; DALTON, 2020).

Os serviços ecossistêmicos (SE) podem ser definidos, basicamente, como os benefícios que a sociedade obtém dos ecossistemas e são classificados em três categorias: provisão, regulação e culturais, de acordo com a iniciativa de Classificação

Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) (REINHARD, 2020).Os **serviços de provisão** são os produtos que as pessoas obtêm da natureza. Os **serviços de regulação** são os benefícios obtidos através da regulação do ambiente realizados pelos ecossistemas e seres vivos. Por sua vez, os **serviços culturais** são os benefícios que as pessoas obtêm do contato com a natureza que contribuem para a cultura e relações sociais (Figura 2.1).

As cidades dependem dos ecossistemas aquáticos para a qualidade de vida das pessoas, no entanto, a expansão urbana e as mudanças na ocupação do solo foram os principais fatores que contribuíram para a degradação das bacias hidrográficas (WELLING; DALTON, 2020). A regulação das águas nas cidades, seu armazenamento ou fluxos, sejam eles naturais ou artificiais, são essenciais para garantir as necessidades básicas e o bem-estar das populações no meio urbano (JOBBÁGY et al., 2022). Assim a qualidade da água dos cursos hídricos apresenta correlação com as características da paisagem urbana e desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na saúde ambiental da sociedade moderna (LIU et al., 2023).

Dentre os inúmeros SE fornecidos pelos ambientes naturais, aqueles relacionados à água são altamente complexos, pois as ações em determinado espaço do território podem afetar de maneira diferente os serviços percebidos em outros territórios. Assim, reconhecer e representar esta complexidade espacial de forma mais simplificada e informativa possível é crucial para trazer à tona a importância dos ecossistemas aquáticos no meio urbano, além de auxiliar futuras legislações, planejamento e gestão da cidade (JOBBÁGY et al., 2022). Em complemento, é necessário o planejamento das paisagens urbanas de modo a suprir as necessidades humanas, garantir a proteção da biodiversidade e o fornecimento de SE à população. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é identificar os principais serviços ecossistêmicos prestados pela paisagem

hídrica urbana no município de Campo Grande, MS e as condições ambientais das zonas ripárias no meio urbano no município de Campo Grande-MS, visando levantar subsídios para o diagnóstico e à formulação de diretrizes de planejamento e manejo da Floresta Urbana.

3.3.MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado nas microbacias do rio Anhanduí e córrego Segredo, situadas em Campo Grande, MS.

A microbacia do rio Anhanduí é importante devido à sua conexão com quase todas as outras microbacias da cidade. O rio Anhanduí, em uma área densamente povoada, enfrenta desafios como a carga de esgotos clandestinos e a presença de estações elevatórias de esgoto. O Córrego Formiga, próximo ao aterro sanitário, requer atenção devido à potencial poluição por lixiviação (CAMPO GRANDE, 2021).

A microbacia do Segredo inclui os córregos Cascudo, Maracajú, Segredo e Seminário. O Córrego Segredo tem cabeceiras na Lagoa da Cruz, no Parque Estadual Mata do Segredo e na área do Exército Brasileiro. O Córrego Maracajú é totalmente canalizado e o Córrego Cascudo é parcialmente canalizado, ambos desaguando no Córrego Segredo (CAMPO GRANDE, 2021).

Estas microbacias apresentam importância para a análise de serviços ecossistêmicos em Campo Grande, devido a juntas formarem um eixo norte-sul da cidade com presença de importantes áreas urbanas e de conservação.

3.2.2 Serviços Ecossistêmicos de zonas ripárias urbanas

O mapeamento dos SE das zonas ripárias urbanas de Campo Grande-MS utilizados neste estudo, retratam o cenário de 2022, ano de aquisição das imagens e

informações sobre o Índice de Qualidade da Água (IQA). Será utilizada a metodologia proposta por Burkhard et al. (2012) na identificação da capacidade de zonas ripárias urbanas em fornecer serviços ecossistêmicos. Segundo o autor o fornecimento de SE se refere a capacidade de uma determinada área em prover um conjunto específico de benefícios e serviços, em um determinado período (BURKHARD et al., 2012). Aqui, a capacidade é referente a geração do conjunto de recursos naturais e serviços efetivamente utilizados. Sendo assim, não é semelhante à oferta potencial de SE em um determinado ecossistema, ou seja, o rendimento máximo hipotético de serviços.

3.2.3 Indicadores de integridade ecológica e serviços ecossistêmicos

A integridade ecológica foi avaliada utilizando os bosques ripários identificados pelo mapa de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) elaborado no Capítulo 1. Esses bosques são essenciais para a manutenção da biodiversidade, proteção das margens contra a erosão, e filtragem de poluentes. Os serviços ecossistêmicos de regulação foram avaliados por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), que é um indicador composto amplamente utilizado para avaliar a qualidade das águas superficiais. O IQA considera diversos parâmetros físico-químicos e biológicos, como temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), entre outros, para fornecer uma avaliação integrada da qualidade da água. Esses dados foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Campo Grande através do programa “Córrego Limpo”, que é gerido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR) e visa monitorar e melhorar a qualidade das águas superficiais no município desde sua criação, em março de 2009. O programa faz parte do Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande (SISGRAN).

O Índice de Qualidade da Água (IQA) utiliza uma escala que classifica a qualidade da água em categorias como "Ótimo", "Bom", "Regular", e "Ruim",

dependendo dos valores obtidos para os parâmetros analisados. A classificação "Ótimo" indica que a água possui alta qualidade e é adequada para praticamente todos os usos, apresentando baixos níveis de poluentes e boas condições ecológicas. A classificação "Bom" ainda representa uma água de boa qualidade, mas pode apresentar algumas limitações para usos mais sensíveis. A categoria "Regular" sugere que a água tem uma qualidade intermediária, onde já são perceptíveis impactos de poluição e a presença de substâncias que podem afetar a biodiversidade e a saúde humana. Finalmente, a classificação "Ruim" indica que a água está significativamente comprometida, com altos níveis de poluentes que podem prejudicar a vida aquática, tornando-a inadequada para diversos usos sem tratamento prévio. Essas classificações ajudam a identificar áreas que necessitam de intervenção e permitem um monitoramento contínuo das condições ambientais dos corpos d'água.

Os indicadores que foram utilizados na pesquisa para quantificar a integridade ecológica e serviços ecossistêmicos das zonas ripárias de Campo Grande-MS (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Justificativas e Indicadores de Integridade Ecológica e Serviços Ecossistêmicos

	Descrição	Método de Avaliação
Integridade ecológica		
Bosques Ripários	Identificação de áreas com vegetação ripária ao longo dos cursos hídricos urbanos.	Cobertura vegetal por NDVI (Capítulo 1)
Serviços ecossistêmicos de regulação		
Purificação da água (IQA)	Ecossistemas possuem a capacidade de purificar água, mas também podem ser a fonte de impurezas nas águas doces.	Programa “Córrego Limpo” (IQA)

Fonte: Adaptado de Burkhard et al. (2012)

Diferentes ecossistemas possuem diferentes funções baseadas em sua estrutura e processos, logo, sua capacidade de fornecer um serviço ecossistêmico pode

variar facilmente (BASTIAN et al., 2012 appud BURKHARD et al., 2012). Segundo Burkhard et al. (2012), a capacidade individual de um ecossistema em fornecer serviços está fortemente associada a condições naturais e a impactos humanos, o autor menciona que o principal problema na avaliação de SE é a identificação de indicadores apropriados e dados para quantificar o amplo alcance dos SE.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Integridade Ecológica

As zonas ripárias urbanas de Campo Grande apresentam uma variação significativa na cobertura e qualidade da vegetação. Esta variação está diretamente relacionada às alterações na seção da calha hídrica dos cursos d'água. Observa-se que, quanto mais adaptado e antropizado o curso hídrico, menor é a presença de vegetação na zona ripária, impactando negativamente a população do entorno (Capítulo 1).

Os resultados do NDVI mostraram que as zonas ripárias com maior cobertura vegetal densa estão localizadas em áreas menos antropizadas e em remanescentes florestais e unidades de conservação. Em contraste, cursos hídricos em áreas urbanas densamente ocupadas, como o centro da cidade, exibem uma redução significativa na vegetação ripária. Esta desconexão entre as áreas verdes ripárias na região central, aliada às modificações intensas na calha dos cursos hídricos, evidencia a necessidade de estratégias de conservação e manutenção dessas áreas.

A antropização excessiva e as alterações na seção da calha hídrica reduzem a presença de vegetação ripária, o que pode levar a vários impactos negativos, incluindo:

- **Redução da qualidade da água:** A vegetação ripária funciona como um filtro natural, ajudando a reduzir a poluição das águas superficiais. A ausência dessa vegetação pode resultar em maior contaminação dos cursos d'água (LIU et al., 2023).

- **Aumento do risco de enchentes:** Áreas verdes ripárias desempenham um papel crucial na absorção e retenção de água da chuva. A falta de vegetação aumenta o risco de enchentes, especialmente em áreas urbanas densamente ocupadas (WELLING; DALTON, 2020).
- **Perda de biodiversidade:** Zonas ripárias com vegetação densa fornecem habitats essenciais para diversas espécies vegetais e animais. A degradação dessas áreas pode levar à diminuição da biodiversidade local (MELLO, TOPPA, LEITE, 2016; BUYADI, MOHD, MISNI, 2015).
- **Redução de espaços para recreação e lazer:** A vegetação ripária contribui para a criação de espaços verdes que oferecem oportunidades de recreação e lazer, melhorando a qualidade de vida e o bem-estar da população (FLAUSINO; GALLARDO, 2021; VERÓL et al., 2020).

3.4.2 Serviços Ecossistêmicos

Os resultados do IQA nas microbacias do rio Anhanduí e córrego Segredo demonstram a relação direta entre a integridade ecológica das zonas ripárias e a qualidade da água. As áreas centrais de Campo Grande, caracterizadas por alta antropização e falta de vegetação ripária, apresentam os piores índices de qualidade da água (Figura 3.1).

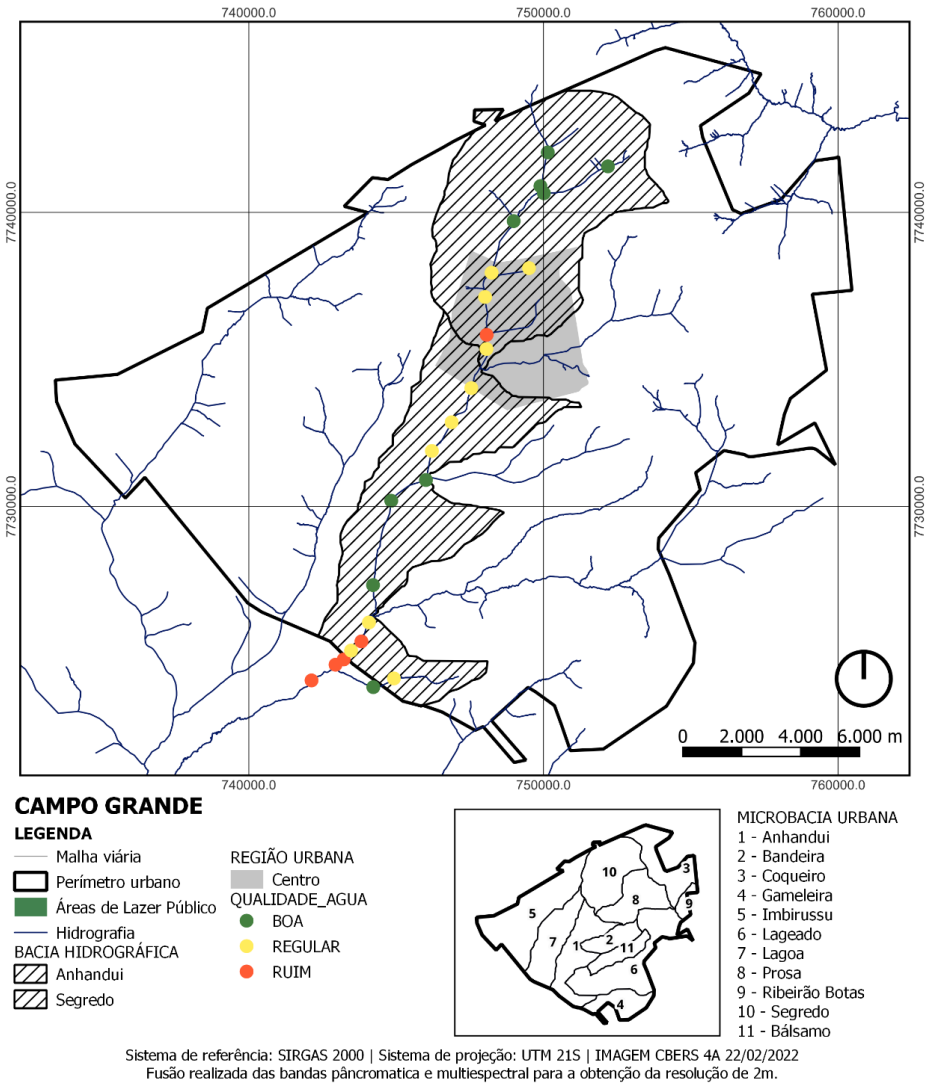


Figura 3.1 Média do Índice de Qualidade da Água de 2022 nos cursos hídricos de Campo Grande - MS
Fonte: CAMPO GRANDE (2023)

A microbacia do Segredo, composta pelos córregos Cascudo, Maracajú, Segredo e Seminário, é um importante foco de monitoramento, com dez pontos de amostragem. Os resultados da Qualidade da Água (IQA) na Bacia do Segredo foram:

- **5 resultados bons:** Registrados principalmente nas nascentes e áreas menos urbanizadas.
- **Resultados regulares e ruins:** Observados principalmente na região central, onde a antropização é mais intensa.

Os resultados de qualidade da água indicam uma clara deterioração conforme os cursos d'água se aproximam e atravessam a área central de Campo Grande. O Córrego Segredo, que tem suas nascentes em zonas especiais de interesse ambiental (ZEIAs) próximos a esses espaços, apresenta um IQA definido como bom. As ZEIAs se constituem por áreas de proteção ambiental, com função de preservação dos recursos naturais, nestes espaços existem restrições no uso e ocupação do solo (Figura 3.2)(CAMPO GRANDE, 2018b). Ao se aproximar do centro, há uma redução nas áreas de ZEIAs e uma queda no IQA, refletida nos resultados regulares e ruins. O Córrego Cascudo, monitorado em dois pontos, também mostra resultados regulares, o Segredo apresenta um resultado ruim logo após a confluência com o Maracaju, um córrego totalmente tubulado.

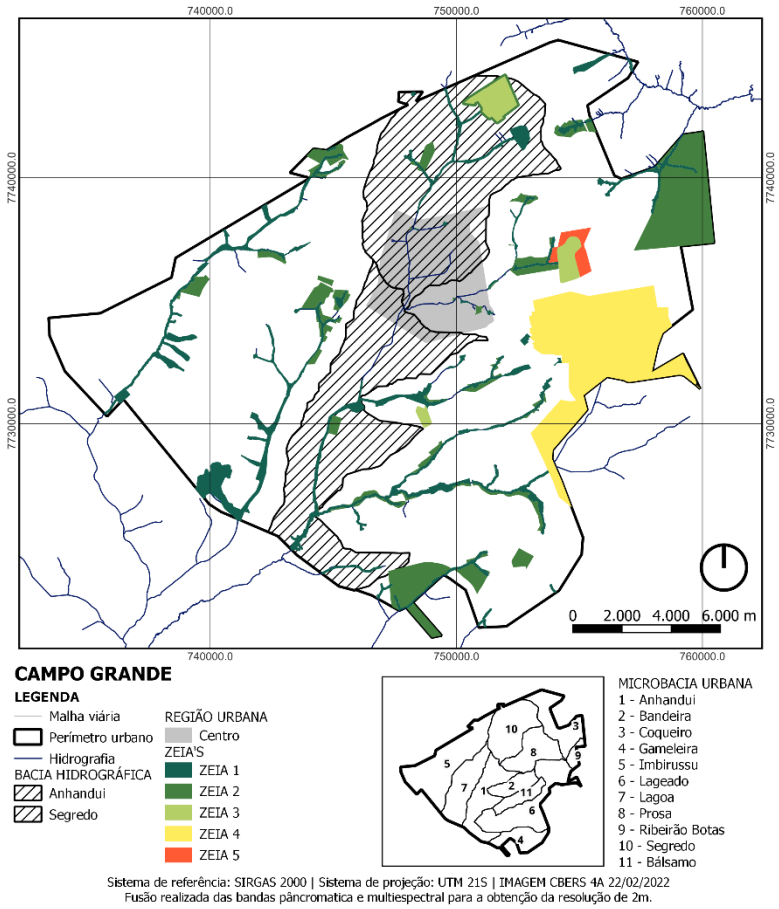


Figura 3.2 Zonas Especiais de Interesse Ambiental de Campo Grande - MS
Fonte: CAMPO GRANDE (2023)

Os serviços ecossistêmicos de regulação, como a purificação da água, são diretamente influenciados pela integridade ecológica das zonas ripárias (CUNHA; CUNHA, 2023; LIU et al., 2023). As áreas centrais de Campo Grande, historicamente mais antropizadas, mostram uma clara ausência de vegetação ripária, que é essencial para a filtragem natural e purificação das águas superficiais (CAMPO GRANDE, 2021).

A alta densidade populacional e a falta de infraestrutura adequada para esgoto nas áreas centrais resultam em lançamentos clandestinos e poluição, reduzindo significativamente a capacidade dos cursos d'água de manterem uma boa qualidade da água (MACEDO, 2004; REZENDE; ARAÚJO, 2018). A presença de estações elevatórias de esgoto e de áreas poluídas como o aterro sanitário agrava ainda mais a situação (CAMPO GRANDE, 2021).

O monitoramento da microbacia do Anhanduí inclui os cursos d'água Rio Anhanduí e Córrego Formiga, os quais são críticos para a qualidade da água em Campo Grande devido à densa ocupação e influências antrópicas. Esta microbacia, recebendo contribuição de quase todas as outras microbacias do município, apresenta uma mistura complexa de influências que afetam a qualidade da água (CAMPO GRANDE, 2021). Os resultados da Qualidade da Água (IQA) na Bacia do Anhanduí foram:

- **6 resultados regulares:** Registrados principalmente no encontro do Prosa com o Segredo e após o encontro com o Lageado.
- **4 resultados bons:** Observados logo após o encontro com o Bandeira.
- **4 resultados ruins:** Notados especialmente após o encontro com o Lageado e próximo do perímetro urbano.

O Rio Anhanduí, localizado em uma região densamente povoada, recebe uma elevada carga de esgotos clandestinos e poluição advinda de lixiviação, especialmente

nas proximidades do aterro sanitário (BARBOSA, 2018; CAMPO GRANDE, 2021). A concentração de estações elevatórias de esgoto e o lançamento de efluentes da ETE Los Angeles contribuem significativamente para a degradação da qualidade da água. A variação nos resultados do IQA ao longo do curso do Anhanduí reflete as diferentes influências dos poluentes recebidas em diversos pontos da bacia.

3.5.CONCLUSÃO

A análise das áreas verdes ripárias utilizando o NDVI mostrou uma variação na cobertura e qualidade da vegetação ao longo dos cursos hídricos urbanos. Constatou-se que áreas menos antropizadas, com maior cobertura vegetal, tendem a fornecer melhores serviços ecossistêmicos. Em contrapartida, áreas altamente antropizadas, especialmente na região central da cidade, exibem uma integridade ecológica reduzida, com pouca ou nenhuma vegetação ripária.

A falta de vegetação nessas áreas tem consequências diretas e negativas para a população, incluindo menor capacidade de filtragem natural da água, aumento da poluição, maior risco de enchentes e perda de habitat para a biodiversidade. A desconexão entre as áreas verdes ripárias na região central destaca a necessidade de estratégias para promover a conexão desses corredores e preservar as coberturas vegetais ao longo dos cursos d'água.

A qualidade da água, avaliada pelo índice IQA, varia nas microbacias do Anhanduí e Segredo. Nas áreas com mais cobertura vegetal arbórea densa, a qualidade da água apresenta resultados melhores, refletindo a função crucial das zonas ripárias na purificação da água. No entanto, ao se aproximar das áreas mais densamente povoadas e urbanizadas, especialmente no centro da cidade, a qualidade da água tende a deteriorar-se.

Os resultados do IQA na microbacia do rio Anhanduí mostraram uma mistura de resultados bons, regulares e ruins, com piora significativa nas áreas mais impactadas por atividades humanas, como lançamentos clandestinos de esgoto e lixiviação de resíduos sólidos. Similarmente, na microbacia do Segredo, a qualidade da água é melhor nas nascentes e áreas menos urbanizadas, enquanto na região central, mais antropizada, os resultados são predominantemente regulares e ruins.

Os resultados indicam que a integridade ecológica das zonas ripárias é fundamental para a provisão de serviços ecossistêmicos de regulação, como a purificação da água. A perda de vegetação ripária nas áreas mais antropizadas compromete significativamente a capacidade dos ecossistemas de fornecer esses serviços essenciais, afetando negativamente a qualidade de vida urbana.

Para melhorar a situação, é necessário implementar políticas de conservação e restauração das zonas ripárias, especialmente nas áreas urbanas centrais mais degradadas. Isso inclui a criação de corredores ecológicos, requalificação de áreas degradadas, e planejamento urbano sustentável que integra a preservação dos recursos naturais. As estratégias de planejamento devem focar na reconexão e manutenção das áreas verdes ripárias, promovendo assim a melhoria da qualidade da água, controle de enchentes, aumento da biodiversidade, e oferta de espaços recreativos para a população, ampliando assim a oferta de serviços ecossistêmicos culturais.

3.6.REFERÊNCIAS

BURKHARD, B. et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. Ecological Indicators, Challenges of sustaining natural capital and ecosystem services. v. 21, p. 17–29, 1 out. 2012.

BUYADI, S. N. A.; MOHD, W. M. N. W.; MISNI, A. Vegetation's Role on Modifying Microclimate of Urban Resident. Procedia - Social and Behavioral Sciences, ASLI QoL2014 (Annual Serial Landmark International Conference on Quality of Life) / AQoL

2014 Istanbul (ABRA International Conference on Quality of Life). v. 202, p. 400–407, 22 ago. 2015.

CAMPO GRANDE. Lei Complementar na 341, de 4 de dezembro de 2018. no Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Campo Grande (PDDUA). . 4 dez. 2018.

CAMPO GRANDE. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE CAMPO GRANDE - MS: PROGRAMA CÓRREGO LIMPO. Campo Grande: [s.n.].

CUNHA, G.; CUNHA, K. Effects of land use changes on the potential for soil to contribute phosphorus loads in watersheds. Environmental Development, v. 45, p. 100825, 1 fev. 2023.

FLAUSINO, F. R.; GALLARDO, A. L. C. F. Oferta de serviços ecossistêmicos culturais na despoluição de rios urbanos em São Paulo. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 13, 9 jul. 2021.

GORSKI, M. C. B. Rios e cidades : Ruptura e reconciliação. 1a edição ed. São Paulo, SP: Senac São Paulo, 2010.

JOBBÁGY, E. G. et al. Representación espacial de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos vinculados al agua. Ecología Austral, v. 32, n. 1- bis, p. 213–228, 2022.

LIU, F. et al. Scale Effect of Sloping Landscape Characteristics on River Water Quality in the Upper Reaches of the Si River in East-Central China. Land, v. 12, p. 457, 11 fev. 2023.

MELLO, K.; TOPPA, R.; LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. CERNE, v. 22, p. 277–288, 1 set. 2016.

PLANURB. Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2023: Mato Grosso do Sul. Campo Grande: [s.n.]. v. 30

REINHARD, M. P. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA FORNECEM, PROMOVEM E RESTAURAM SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020.

REZENDE, G. B. DE M.; ARAÚJO, S. M. S. DE. Metodologia para diagnóstico de cursos de água inseridos em áreas urbanas (Methodology to diagnosis of water courses inserted in urban areas). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 3, p. 1054–1078, 7 jul. 2018.

VERÓL, A. P. et al. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL EM RIOS URBANOS - UMA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA ANATUREZA PARA MELHORIA AMBIENTAL E URBANA. Em: Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020. p. 57–71.

WELLING, R.; DALTON, J. DESAFIOS MUNDIAIS E AS RESPOSTAS QUE AS SBN ESTÃO DANDO ÀS QUESTÕES RELACIONADAS À AGUA: Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As zonas ripárias urbanas em Campo Grande revelam a complexidade das interações entre o ambiente natural e a urbanização. A partir dos três capítulos explorados, torna-se evidente que a conservação e manutenção dessas áreas verdes são necessárias para garantir a qualidade de vida urbana e a saúde dos ecossistemas locais.

No primeiro capítulo, identificamos a associação entre a ausência de vegetação e uma maior proporção de cursos d'água fechados ou revestidos, especialmente na região central da cidade, que é caracterizada por uma ocupação mais antiga. Isso sugere uma escassez de áreas verdes ripárias nessa parte da cidade.

No segundo capítulo, observamos como a distribuição das tipologias ao longo dos cursos d'água reflete a situação atual de antropização e também aspectos históricos do desenvolvimento urbano. A promoção da sustentabilidade e conservação dos recursos hídricos deve considerar esses contextos históricos para orientar políticas eficazes de gestão ambiental.

Por fim, no terceiro capítulo, a análise da cobertura vegetal e qualidade da água destaca os impactos diretos da antropização nas zonas ripárias. A deterioração da qualidade da água e a perda de serviços ecossistêmicos são consequências graves que exigem ações imediatas de conservação e restauração.

Portanto, para garantir um futuro sustentável para Campo Grande e suas comunidades, é crucial implementar políticas integradas de planejamento urbano e ambiental. Essas políticas devem priorizar a conservação e restauração das zonas ripárias, promovendo a reconexão entre áreas verdes, melhoria da qualidade da água, controle de enchentes e criação de espaços recreativos. Somente através de uma abordagem holística

e colaborativa, poderá garantir a preservação dos recursos naturais e a qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. M. DE. Avaliação da eficiência da paisagem para parques lineares urbanos na Amazônia: um estudo de caso em Rio Branco, Acre. 15 abr. 2024.

ARRUDA, Â. Raízes do Planejamento Urbano em Campo Grande. **Raízes do planejamento urbano em Campo Grande e a criação do Planurb**, 1 jan. 2012.

ARRUDA, Â. Estudo dos Vazios Urbanos em Campo Grande MS - Relatório Final. **Os vazios urbanos na cidade de Campo Grande**, 1 jan. 2016.

AZEVEDO-SANTOS, V. et al. Brazil's urban ecosystems threatened by law. **Land Use Policy**, v. 131, p. 106721, 8 jun. 2023.

BARBOSA, E. F. DA F. DE M. ANÁLISE AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESPAÇO URBANO DE CAMPO GRANDE/ MS. Em: **Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 1p. 92–107.

BARGOS, D.; MATIAS, L. ÁREAS VERDES URBANAS: UM ESTUDO DE REVISÃO E PROPOSTA CONCEITUAL. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, p. 172, 1 maio 2019.

BEUTE, F. et al. Types and characteristics of urban and peri-urban green spaces having an impact on human mental health and wellbeing: A systematic review. 13 mar. 2021.

BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Edição do autor ed. Curitiba: O Autor, 2015.

BRASIL. Lei n° 12.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. . 25 maio 2012.

BRASIL. **LEI Nº 14.285, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2021 - DOU - Imprensa Nacional**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BURKHARD, B. et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, Challenges of sustaining natural capital and ecosystem services. v. 21, p. 17–29, 1 out. 2012.

BUYADI, S. N. A.; MOHD, W. M. N. W.; MISNI, A. Vegetation's Role on Modifying Microclimate of Urban Resident. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, ASLI QoL2014 (Annual Serial Landmark International Conference on Quality of Life) / AQoL 2014 Istanbul (ABRA International Conference on Quality of Life). v. 202, p. 400–407, 22 ago. 2015.

CAMPO GRANDE. Lei n. 6.004. Fica instituído o Marco Zero da cidade de Campo Grande e dá outras providências. . 17 maio 2018 a.

CAMPO GRANDE. Lei Complementar nª 341, de 4 de dezembro de 2018. no Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Campo Grande (PDDUA). . 4 dez. 2018 b.

CAMPO GRANDE. **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE CAMPO GRANDE - MS**: PROGRAMA CÓRREGO LIMPO. Campo Grande: [s.n.].

CARLOS, A. F. A. **O lugar no do mundo**. São Paulo: FFLCH, 2007.

COUTINHO, L. **Biomas brasileiros**. [s.l.] Oficina de Textos, 2016.

CUNHA, G.; CUNHA, K. Effects of land use changes on the potential for soil to contribute phosphorus loads in watersheds. **Environmental Development**, v. 45, p. 100825, 1 fev. 2023.

DOICK, K. et al. **Introducing England's Urban Forests**. 1. ed. Inglaterra: [s.n.].

EKKEL, E. D.; DE VRIES, S. Nearby green space and human health: Evaluating accessibility metrics. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 214–220, 1 jan. 2017.

FARES, S. et al. Le foreste urbane ai tempi del COVID-19 ci proteggono dalle polveri sottili. v. 17, p. 48–51, 6 maio 2020.

FARIAS, A. S. DE et al. INFRAESTRUTURA URBANA SUSTENTÁVEL: CONCEITOS E APLICAÇÕES SOB A PERSPECTIVA DO ARQUITETO E URBANISTA. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 25, n. 36, p. 164–164, 12 dez. 2018.

FLAUSINO, F. R.; GALLARDO, A. L. C. F. Oferta de serviços ecossistêmicos culturais na despoluição de rios urbanos em São Paulo. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 9 jul. 2021.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades : Ruptura e reconciliação**. 1ª edição ed. São Paulo, SP: Senac São Paulo, 2010.

GU, Q. et al. Characterizing the spatial variations of the relationship between land use and surface water quality using self-organizing map approach. **Ecological Indicators**, v. 102, p. 633–643, 1 jul. 2019.

HUANG, S. et al. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. **Journal of Forestry Research**, v. 32, 31 maio 2020.

HYUN WOO, K. et al. Exploring the impact of green space health on runoff reduction using NDVI. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 28, 1 out. 2017.

JOBBÁGY, E. G. et al. Representación espacial de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos vinculados al agua. **Ecología Austral**, v. 32, n. 1- bis, p. 213–228, 2022.

KONIJNENDIJK, C. et al. Defining urban forestry-A comparative perspective of North America and Europe. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 4, p. 93–103, 1 abr. 2006.

KONIJNENDIJK, C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule. **Journal of Forestry Research**, v. 34, 27 ago. 2022.

LI, S. et al. Multi-scale relationship between land use/land cover types and water quality in different pollution source areas in Fuxian Lake Basin. **PeerJ**, v. 7, p. e7283, 15 jul. 2019.

LIU, F. et al. Scale Effect of Sloping Landscape Characteristics on River Water Quality in the Upper Reaches of the Si River in East-Central China. **Land**, v. 12, p. 457, 11 fev. 2023.

LYRA, A. M. G. C. Rio Jaú: paisagem, cidade e natureza. 5 mar. 2024.

MACEDO, M. J. B. A influência do uso, da ocupação e da conservação do solo na qualidade da água de abastecimento: o caso da bacia hidrográfica do Lago Descoberto. 9 jul. 2004.

MARONI, D. et al. Land surface temperature and vegetation index as a proxy to microclimate. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 9, p. 105796, 1 jun. 2021.

MARQUES, R. M. DA C. **Trilogia do patrimônio histórico e cultural sul-mato-grossense**. 2. ed. ed. Campo Grande: UFMS, 2007.

MELLO, K.; TOPPA, R.; LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. **CERNE**, v. 22, p. 277–288, 1 set. 2016.

OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**. , 11 out. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 23 mar. 2024

PENNA, L. R. P. Paisagem hídrica em Juiz de Fora: insumos para compreensão do espaço urbano. 29 mar. 2019.

PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2022: Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: [s.n.]. v. 29

PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2023: Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: [s.n.]. v. 30

QUEIROGA, E. F. **Dimensões públicas do espaço contemporâneo: resistências e transformações de territórios, paisagens e lugares urbanos brasileiros**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 26 nov. 2012.

R CORE TEAM. **R: The R Project for Statistical Computing**. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

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

REINHARD, M. P. **SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA FORNECEM, PROMOVEM E RESTAURAM SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS**: Soluções

Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020.

REYES-PAECKE, S.; FIGUEROA, I. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. **EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales**, v. 36, p. 89–110, 1 dez. 2010.

REZENDE, G. B. DE M.; ARAÚJO, S. M. S. DE. Metodologia para diagnóstico de cursos de água inseridos em áreas urbanas (Methodology to diagnosis of water courses inserted in urban areas). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 1054–1078, 7 jul. 2018.

RIBEIRO, J.; FONSECA, C.; SOUSA-SILVA, J. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. [s.l: s.n.].

RIBEIRO, M. P.; MELLO, K. DE; VALENTE, R. A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 819–834, 1 set. 2020.

ROCHA, A. P.; ALENCAR, A. K. B. DE. Riachos Urbanos: Como esses sistemas têm sido compreendidos no planejamento urbano de Teresina? **Boletim do Gerenciamento**, v. 42, n. 42, 23 maio 2024.

ROUSE, J. W. et al. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. 1 jan. 1974. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614>. Acesso em: 17 abr. 2024

SALBITANO, F. et al. **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. [s.l: s.n.].

SANTOS, R. DE O. Impactos ambientais na Bacia-Hidrográfica do Rio Roncador provocados por alteração do uso e cobertura do solo. 15 fev. 2017.

SARAIVA, M. DA G. A. N. **O Rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.

SHI, P. et al. Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. **CATENA**, v. 151, p. 182–190, 1 abr. 2017.

SLIVA, L.; WILLIAMS, D. Buffer Zone Versus Whole Catchment Approaches to Studying Land Use Impact on River Water Quality. **Water research**, v. 35, p. 3462–72, 1 nov. 2001.

SOMMEECHAI, M. et al. Ecological Structure of a Tropical Urban Forest in the Bang Kachao Peninsula, Bangkok. **Forests**, v. 9, p. 36, 16 jan. 2018.

SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ, B.; MICHALIK-ŚNIEŻEK, M. The Methodology of Landscape Quality (LQ) Indicators Analysis Based on Remote Sensing Data: Polish National Parks Case Study. **Sustainability**, v. 12, p. 2810, 2 abr. 2020.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. , 2015. Disponível em:

<https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2024

VERÓL, A. P. et al. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL EM RIOS URBANOS - UMA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA ANATUREZA PARA MELHORIA AMBIENTAL E URBANA. Em: Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020. p. 57–71.

VIEZZER, J. et al. Área verde é tudo igual? a importância de se considerar tipologias de áreas verdes urbanas para avaliar seus benefícios em Curitiba. **Paisagem e Ambiente**, v. 33, p. e192983, 8 nov. 2022.

VOGEL, H.; ZAWADZKI, C.; METRI, R. FLORESTAS RIPÁRIAS: IMPORTÂNCIA E PRINCIPAIS AMEAÇAS. **SaBios: Rev. Saúde e Biol.**, v. 4, 28 jul. 2009.

WEINGARTNER, G. DOS S. **A construção de um sistema: os espaços livres públicos de recreação e de conservação em Campo Grande, MS**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 26 maio 2008.

WEINGARTNER, G.; SANTOS, G. A Arborização e a formação urbana de Campo Grande. Em: [s.l: s.n.]. p. 154–194.

WELLING, R.; DALTON, J. **DESAFIOS MUNDIAIS E AS RESPOSTAS QUE AS SBN ESTÃO DANDO ÀS QUESTÕES RELACIONADAS À AGUA**: Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Comissão Europeia, 2020.

WU, J.; LU, J. Spatial scale effects of landscape metrics on stream water quality and their seasonal changes. **Water Research**, v. 191, p. 116811, 6 jan. 2021.

XI, H. et al. Spatiotemporal Evolution Characteristics of Ecosystem Service Values Based on NDVI Changes in Island Cities. **IEEE Access**, v. 9, p. 12922–12931, 1 jan. 2021.