



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE GEOGRAFIA - BACHARELADO



SÉRVULO BARBOSA RONDA

**CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA URBANA DO CÓRREGO BANDEIRA –
CAMPO GRANDE/MS: SUAS IMPLICAÇÕES NO LAGO DO AMOR**

CAMPO GRANDE – MS

2024

SÉRVULO BARBOSA RONDA

**CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA URBANA DO CÓRREGO BANDEIRA –
CAMPO GRANDE/MS: SUAS IMPLICAÇÕES NO LAGO DO AMOR**

Monografia apresentada ao curso de Geografia -
Bacharelado da Faculdade de Engenharias,
Arquitetura e Urbanismo e Geografia da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos para a obtenção do título
de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Ary Tavares Rezende Filho

CAMPO GRANDE – MS

2024



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – BACHARELADO

Às 15:30 horas do dia 3 de dezembro, reuniu-se a Banca Examinadora, sob Presidência do Professor Orientador, para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Geografia - Bacharelado da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Acadêmico: Sérvulo Barbosa Ronda

RGA: 2016.2109.018-3

Titulo: CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA URBANA DO CÓRREGO BANDEIRA – CAMPO GRANDE/MS: SUAS IMPLICAÇÕES NO LAGO DO AMOR

A banca composta pelos examinadores abaixo relacionados emitiu os seguintes conceitos:

Examinadores:

Conceito:

Ary Tavares Rezende Filho - (Presidente)

Aprovado

Marcelino de Andrade Gonçalves - (Membro)

Aprovado

Rennan Vilhena Pirajá (Membro)

Aprovado

Flávia Akemi Ikuta - (Suplente)

Conceito Final: (X) Aprovado

() Reprovado

Observação:

Este é o parecer.

Campo Grande, 3 de Dezembro de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Ary Tavares Rezende Filho, Professor do Magisterio Superior**, em 04/12/2024, às 08:29, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Rennan Vilhena Pirajá, Usuário Externo**, em 04/12/2024, às 08:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Marcelino de Andrade Gonçalves, Professor do Magisterio Superior**, em 04/12/2024, às 15:41, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5294536** e o código CRC **429208D4**.

COLEGIADO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (BACHARELADO)

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.018018/2024-81

SEI nº 5294536

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família por sempre me apoiar nos momentos mais importantes da minha vida. Principalmente, para a minha mãe que sempre foi exemplo de responsabilidade e determinação, a ela dedico esta e todas as demais conquistas que eu venha a ter.

Agradeço ao meu orientador Ary Tavares Rezende Filho, pelas oportunidades que me foram confiadas, e pelo apoio ao longo de todo meu processo acadêmico, certo de que suas orientações moldaram minha estrada profissional.

Agradeço aos meus amigos, por estarem comigo nas conquistas e pela força que me deram quando foi preciso. E por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram nesta conquista.

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA URBANA DO CÓRREGO BANDEIRA – CAMPO GRANDE/MS: SUAS IMPLICAÇÕES NO LAGO DO AMOR

Nos últimos anos, as ações antrópicas na microbacia hidrográfica do córrego Bandeira, no perímetro urbano da cidade de Campo Grande - MS, têm levado ao excessivo escoamento superficial, que produz assoreamento e, conseqüentemente, alagamentos nas vias próximas ao curso d'água e transbordamento do Lago do Amor. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar a área de influência de drenagem do Lago do Amor, com base nas variáveis do relevo e na análise morfométrica. A pesquisa utilizou técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para compreender a dinâmica de escoamento da microbacia do córrego Bandeira, principal tributário do lago, e avaliar os impactos da urbanização sobre o sistema de drenagem. A partir de dados topográficos obtidos via imagens de satélite ALOS Palsar, foram calculadas variáveis como altitude, declividade e curvatura das vertentes, além de parâmetros morfométricos como área da bacia hidrográfica, fator de forma e tempo de escoamento hídrico. Os resultados demonstraram que a área de drenagem do lago possui formato alongado e irregular, com baixa densidade de drenagem, o que indica boa capacidade de escoamento em condições normais, mas com riscos potenciais de alagamento e assoreamento agravados pela impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas, como o bairro Rita Vieira. A pavimentação das ruas do bairro, finalizada em 2022, reduziu o aporte de sedimentos para o lago, mas aumentou a velocidade e o volume dos fluxos de escoamento, resultando no transbordamento do Lago do Amor durante eventos de chuva intensa. A análise dos eventos de chuva entre 2021 e 2023 evidenciou uma mudança na dinâmica hídrica da região, com redução da taxa de assoreamento, mas aumento significativo da vazão, especialmente após a impermeabilização do solo do bairro Rita Vieira. A pesquisa destaca a importância do planejamento urbano adequado para evitar impactos negativos sobre os sistemas hídricos. Assim, os dados obtidos fornecem subsídios essenciais para o planejamento e gestão ambiental da área, contribuindo para a mitigação de riscos e a promoção da sustentabilidade hídrica na região do Lago do Amor.

Palavras-chave: Lagos artificiais; Hidrogeomorfologia; Impactos Ambientais Urbanos.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF THE URBAN MICRO-BASIN OF THE BANDEIRA CREEK - CAMPO GRANDE/MS: ITS IMPLICATIONS ON THE LAKE OF LOVE

In recent years, anthropogenic activities in the Bandeira Creek micro-basin, within the urban perimeter of Campo Grande - MS, have led to excessive surface runoff, resulting in sedimentation and, consequently, flooding in streets near the watercourse and overflow of Lago do Amor. This study aimed to characterize the drainage influence area of Lago do Amor based on topographic variables and morphometric analysis. The research employed geoprocessing and remote sensing techniques to understand the runoff dynamics of the Bandeira Creek micro-basin, the lake's main tributary, and assess the impacts of urbanization on the drainage system. Using topographic data from ALOS Palsar satellite imagery, variables such as altitude, slope, and slope curvature were calculated, along with morphometric parameters like watershed area, form factor, and runoff time. Results indicated that the lake's drainage area has an elongated and irregular shape, with low drainage density, suggesting good runoff capacity under normal conditions but with potential risks of flooding and sedimentation exacerbated by soil sealing in urbanized areas such as the Rita Vieira neighborhood. The paving of the neighborhood's streets, completed in 2022, reduced sediment input into the lake but increased the speed and volume of runoff flows, leading to overflow at Lago do Amor during intense rainfall events. The analysis of rainfall events from 2021 to 2023 revealed changes in the region's hydrodynamic behavior, with reduced sedimentation rates but a significant increase in flow rate, particularly after soil sealing in the Rita Vieira neighborhood. This study highlights the importance of adequate urban planning to prevent negative impacts on water systems. The data obtained provide essential support for environmental planning and management in the area, contributing to risk mitigation and the promotion of water sustainability in the Lake of Love region.

Keywords: Artificial lakes; Hydrogeomorphology; Urban Environmental Impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do Lago do Amor e da Área de Influência de Drenagem.	21
Figura 2: Mapa Altimétrico da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor.....	31
Figura 3: Mapa de Declividade da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor.....	32
Figura 4: Mapa de Curvatura Horizontal das Vertentes da microbacia do córrego Bandeira.	34
Figura 5: Mapa de susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico da microbacia do córrego Bandeira.....	35
Figura 6: Recorte da região do Bairro Rita Vieira em 2021.	39
Figura 7: Vias públicas sem pavimentação do bairro Rita Vieira em 2021.....	39
Figura 8: Problemas causados pelas chuvas intensas no bairro Rita Vieira.....	40
Figura 9: Recorte da região do Bairro Rita Vieira, em 2023.	40
Figura 10: Pavimentação asfáltica das vias públicas do Bairro Rita Vieira.....	41
Figura 11: Problemas causados pelas chuvas intensas no bairro Rita Vieira, após a pavimentação asfáltica das vias.....	41
Figura 12: Vertedouro tipo tulipa Lago do Amor.	42
Figura 13: Assoreamento no Lago do Amor/UFMS.....	42
Figura 14: Dados e localização da profundidade máxima do Lago do Amor/UFMS em 2008, 2013 e 2022	43
Figura 15: Limite da área da superfície d'água do Lago do Amor de 2020 a 2024.....	43
Figura 16: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 04/01/2023, Lago do Amor.....	45
Figura 17: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 08/03/2023, Lago do Amor.....	45
Figura 18: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 31/03/202, Lago do Amor.....	46

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar - LCA/INFI/UFMS.	26
Foto 2: Vertedouro Emergencial instalado no Lago do Amor - 2023	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Dados Pluviométricos da Microbacia do Córrego Bandeira – Campo Grande/MS	36
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros morfométricos	23
Quadro 2: Graus de susceptibilidade.	25
Quadro 3: Reclassificação dos dados de altitude:	25
Quadro 4: Reclassificação dos dados de Declividade:.....	25
Quadro 5: Reclassificação dos dados da Curvatura Horizontal das Vertentes:	26
Quadro 6: Classificação de tipos de precipitação em função da intensidade.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características geométricas da microbacia do Córrego Bandeira até o Lago do Amor.....	27
Tabela 2: Características da rede de drenagem da micro bacia do córrego Bandeira até o Lago do Amor.....	28
Tabela 3: Dados Geométricos e Lineares das bacias hidrográficas e rede de drenagem. ..	29
Tabela 4: Classes Altimétricas da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor.....	31
Tabela 5: Classes de declividade da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor.....	33
Tabela 6: Médias Mensais de Pluviométricas da microbacia do córrego Bandeira	36
Tabela 7: Eventos de precipitações na série histórica de 01/2021 a 12/2023	37

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE FOTOS	5
LISTA DE GRÁFICOS.....	6
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE TABELAS	6
SUMÁRIO.....	7
INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 EXPANSÃO URBANA (BRASILEIRA)	15
2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS	16
2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	18
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
3.2.1 Levantamento bibliográfico.....	21
3.2.2 Levantamento dos dados cartográficos.....	22
3.2.3 Parâmetros morfométricos da microbacia	22
3.2.4 Processamento dos mapas temáticos	24
3.2.5 Levantamento de dados pluviométricos	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1 RESULTADOS	27
4.1.1 Morfometria da micro bacia do córrego Bandeira.....	27
4.1.2 Caracterização do Relevo	30
4.1.3 Dados de chuva na microbacia do córrego Bandeira	36
4.1.4 Mudanças urbanas na Região do Rita Vieira.....	38
4.1.5 Impactos ambientais no Lago do Amor (UFMS)	42
4.2 DICUSSÕES DOS RESULTADOS	46
4.2.1 Análise morfométrica da área de influência do Lago do Amor.	46
4.2.2 As características do relevo e sua influência no escoamento superficial da microbacia do córrego Bandeira.....	47
4.2.3 A urbanização do bairro Rita Viera no período de 2021 a 2023.	48
4.2.4 Eventos de chuvas e os reflexos no Lago do Amor (UFMS)	49

4.2.5 A Dinâmica do Escoamento Superficial da microbacia do córrego Bandeira e o transbordamento do Lago do Amor.....	50
4.2.6 As intervenções do Poder Público na microbacia do córrego Bandeira e na barragem do Lago do Amor.....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

INTRODUÇÃO

Trabalhos sobre drenagem urbana têm dado ênfase às questões que relacionam precipitação, escoamento superficial e vazão, no entanto, o estudo hidrográfico, geralmente associado a variáveis hidráulicas, sedimentar, morfometrias e comunidade biótica, além de refletir cenários naturais, também é responsável por caracterizar cenários humanos na bacia hidrográfica.

Para Peixoto *et al.* (1997), as obras e modificações efetuadas diretamente nos canais, realizadas com mais frequência nas últimas décadas, tem acentuado as mudanças nos processos fluviais, em especial nas áreas urbanas, geralmente associados ao crescimento das cidades, onde os rios acabam sendo transformados por obras de infraestrutura, perdendo assim, suas características naturais.

Impactos ambientais negativos geralmente associados a ambientes aquáticos podem ser caracterizados pelo reflexo da falta de planejamento do ambiente em detrimento da taxa de crescimento urbano acelerada, padrão bastante comum que vem se repetindo nas cidades brasileiras, emergindo problemas recorrentes como enchentes, poluição e assoreamento.

Segundo Cunha e Guerra (2001), as enchentes urbanas vêm constituindo um dos mais importantes impactos sobre a sociedade e podem ser provocadas por uma série de fatores, como o aumento da precipitação, vazão dos picos de cheia e estrangulamento das seções transversais dos canais, causado pelas obras de canalização, assoreamento, aterro e descarte inadequado de lixo.

Conforme Larocca *et al.* (2017), ao estudar o Lago Igapó 2 na cidade de Londrina - PR e analisar os impactos da ocupação do fundo de vale em áreas urbanas associadas ao assoreamento e sua possível relação com o processo de urbanização desencadeado a partir da década de 1990, acrescenta que a identificação dos impactos ambientais negativos em áreas urbanas torna-se uma importante ferramenta para ser usada no processo de mitigação desses impactos.

Uma das principais técnicas para aquisição de dados da superfície terrestre atualmente é o sensoriamento remoto, esses sensores instalados em plataformas orbitais fornecem o imageamento que quando geoprocessados é capaz de contribuir no mapeamento do uso e ocupação da terra e no estudo geomorfológico em três categorias: como base

cartográfica de apoio ao campo, na elaboração de cartas morfométricas e na análise integrada do mapeamento de paisagens (FLORENZANO, 2008).

De acordo com os dados mais recentes do IBGE, Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul, possuía uma população estimada de 916.001 habitantes em 2021, com uma densidade demográfica de 111,77 habitantes por km². Esse crescimento populacional reflete o padrão observado nas cidades brasileiras desde a década de 1970. Entre os censos de 1970 e 2022, a população de Campo Grande quase quintuplicou, acompanhando o expressivo aumento populacional observado em várias regiões urbanas do país (IBGE, 2022).

A cidade de Campo Grande é composta por 74 bairros, inseridos em nove regiões urbanas, subdivididas pela Secretaria de Planejamento Urbano da cidade (PLANURB) com base na delimitação dos divisores de água das microbacias dos córregos que entrecortam a cidade: Segredo, Prosa, Bandeira, Anhanduizinho, Lagoa, Imbirussu, Centro, Anhanduí e Rochedinho, todos tributários do Rio Anhanduí, e que apresentam impactos ambientais diversos, ocasionados por alterações antrópicas (PLANURB, 2011).

Nesse contexto, destaca-se o Lago do Amor, localizado na confluência dos córregos Bandeira e Cabaça, pertencente a bacia hidrográfica do córrego Bandeira, que também abrange o córrego Portinho Pache. Segundo Gurgel (2017), criado artificialmente, o Lago do Amor foi projetado na década de 1960 e denominado inicialmente de Lago das Tulipas, com o objetivo de trazer conforto ambiental para a capital, criar espaço de recreação e para pesquisas ambientais, tendo em vista está inserido a Cidade Universitária da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Com o crescimento urbano e o adensamento populacional ocasionado na cidade de Campo Grande - MS, o entorno do lago recebeu uma série de modificações urbanísticas, mesmo recebendo o *status* de Reserva Biológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul em 2003 (OLIVEIRA, 2018), observa-se a variedade de impactos ambientais que o lago vem sofrendo nos últimos anos. Conforme apontou Oliveira (2018), as consequências associadas a ocupação urbana e impactos na quantidade e qualidade da água, assim como assoreamento do lago.

Os danos ambientais nas cidades geralmente decorrem de ocupação irregular do solo urbano ou ocupação sem planejamento que leve em consideração aspectos da dinâmica hidrológica e acabam lesando o ecossistema natural, tornando-se cada vez mais presente e

visível no cotidiano das cidades brasileiras, advindos principalmente da intensa concentração populacional nos centros urbanos (ARAÚJO, 1999).

Nesse contexto, os lagos urbanos estão submetidos a um conjunto de impactos decorrente das atividades antrópicas e dos múltiplos usos das bacias hidrográficas em que estão inseridos. Dentre estes impactos se destacam aqueles causados pela impermeabilização do solo, erosão, assoreamento e eutrofização dos corpos hídricos (SOBRINHO, 2017).

Lagos artificiais geralmente estão sujeitos a impactos negativos, que podem se manifestar de forma negativa em diferentes regiões e ecossistemas, de uma maneira geral na região da barragem emergem impactos como acúmulo de sedimentos, que levam ao processo de assoreamento, consequentemente levando a inundações recorrentes na região, também alteram as características físico-químicas da água, causando a eutrofização e a redução de espécies da fauna aquática (AGOSTINHO *et al.*, 2016).

Conforme Oliveira (2018), Coelho (2010), Lopes (2009), Pitaluga (2003) o crescente assoreamento e a eutrofização foram observados no Lago do Amor e nos córregos que o alimentam, pelo menos nos últimos sete anos, nota-se uma estreita relação entre a perda da vegetação das áreas de preservação permanente, processos de eutrofização, assim como, o crescimento urbano e a consequente permeabilização das áreas adjacentes ao lago, que vem sendo impactado devido a grandes volumes de precipitações registrados nos últimos anos, onde a maior precipitação do ano de 2023, culminou no desmoronamento de parte da galeria que dá vazão ao escoamento superficial do Lago do Amor.

A escolha deste tema de pesquisa está relacionada a necessidade de se atingir uma visibilidade pública cada vez mais acentuada dos impactos negativos provenientes dos processos de urbanização que refletem na qualidade de vida da população, devido a densidade urbana. Pois, a cidade de Campo Grande está situada sobre nove microbacias de tributários que confluem para o Rio Anhanduí, o que reforça a necessidade de planejamento ambiental urbano estratégico para minimizar impactos ambientais negativos e garantir o melhor uso sustentável dos recursos hídricos.

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar a área de influência de drenagem do Lago do Amor, localizada na Bacia hidrográfica do Córrego Bandeira.

Os objetivos específicos foram:

- Classificar as principais variáveis morfométricas do relevo da área de influência de drenagem do Lago do Amor.

- Caracterizar a dinâmica hidrogeomorfológica da área de influência de drenagem da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor com os eventos de chuvas.
- Compreender como as mudanças na paisagem urbana influenciaram o escoamento superficial hídrico e os impactos ambientais no Lago do Amor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EXPANSÃO URBANA (BRASILEIRA)

Nas últimas décadas com o processo de globalização, a migração da população do meio rural para o meio urbano foi intensificada, essa trajetória acompanha a evolução tecnológica, a reinvenção da indústria com novos modelos de produção, o incremento de novas modalidades de comércio e serviços cada vez mais especializados.

Sem dúvidas o processo de urbanização e as mudanças no campo trouxeram mudanças significativas na qualidade e expectativa de vida para alguns, no entanto, aprofundou a desigualdade social e com a concentração demográfica, sem planejamento gerou diversas mazelas socioambientais.

Apesar da crescente industrialização observada na história da humanidade ao redor do mundo, a geografia da urbanização não é a mesma em todos os países. Para Porto-Gonçalves (2006), estamos assistindo a um processo de desruralização mais do que de urbanização.

A transformação do Brasil em um país urbano em poucas décadas se deve pelo processo de industrialização que desencadeou as aglomerações urbanas e a metropolização de algumas cidades e a emergência de médias cidades, como as do centro-oeste, responsáveis pela frente logística de expansão agropecuária e mineral (BERTHA e CLÁUDIO, 2006).

Segundo Maricato (2001), a partir dos anos 80, o padrão de crescimento urbano brasileiro apresenta mudanças significativas, a autora destaca que as metrópoles, apesar de alavancarem o rank de crescimento no país, seu ritmo vem diminuindo, onde as cidades de porte médio com população crescem a taxas maiores do que as das metrópoles, principalmente as cidades de fluxo migratório mais intenso, como as da Região Centro-Oeste, que exigem mais atenção devido às consequências socioambientais decorrentes da velocidade do processo de urbanização.

Para Ross (2008), a localização urbana foi determinante no desenvolvimento e polarização industrial, pois concentram a grande massa de mão de obra, serviços de uma maneira geral, sistemas de comunicação e transportes, tornando o setor secundário cada vez mais dependente da pujança urbana.

Nesse sentido, a cidade com suas indústrias, trânsito intenso, concentração de edifícios, equipamentos e pessoas, novas formas topográficas, retirada da cobertura vegetal,

impermeabilização do solo e produção artificial de calor provoca uma perturbação significativa no ambiente intraurbano. As influências urbanas nas cidades podem ser sintetizadas em três categorias principais: modificação da composição do ar, alteração no balanço hídrico e a natureza e a topografia da superfície urbana (BRANDÃO, 1999).

Para tanto, destaca-se a importância de planejamentos urbanos ambientais no processo de ocupação do espaço geográfico, no sentido de que áreas potencialmente detentoras de serviços ambientais possam contribuir com seus papéis de forma relevante na dinâmica de crescimento de uma cidade, seja ela localizada em uma área periférica ou central do ambiente urbano.

No entanto, segundo Santos (2004), é a partir da década de 1980 que o planejamento urbano aborda o conceito ambiental, que lentamente passa a ser incorporado pelos órgãos governamentais, instituições, sociedades ou organizações, sendo na década de 1990, consagrado de vez nos planos diretores municipais, levando-se em consideração o levantamento de informações relativas a qualidade de vida e meio ambiente.

Contudo, tais estudos e levantamentos, direcionaram a urbanização sob diferentes enfoques, muito em função do peso nas decisões pelos responsáveis pelo processo de planejamento. Segundo a autora, as deficiências ou imperfeições dos planejamentos são respostas a um complexo quadro de acontecimentos históricos e de situações político-social-econômico-ambiental-culturais peculiares a cada país ou região (SANTOS, 2004).

2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS

Um dos principais impactos ambientais resultantes da rápida urbanização sem planejamento adequado é a alteração significativa na drenagem natural, que acarreta diversos efeitos diretos e indiretos para a sociedade. Entre as consequências estão problemas para a saúde humana e a ocorrência de enchentes, deslizamentos e outros desastres decorrentes das modificações das taxas de permeabilidade e consequentemente do escoamento das águas (TUNDISI, 2011).

Conforme Coelho (2010), a complexidade dos processos de impacto ambiental urbano apresenta um duplo desafio. De um lado, é preciso problematizar a realidade e construir um objeto de investigação. De outro, é necessário articular uma interpretação coerente dos processos ecológicos (biofísico-químicos) e sociais à degradação do ambiente urbano.

Ross (2008), sugere que as cidades brasileiras sejam ordenadas de acordo com a morfologia urbana, levando sempre em consideração no planejamento do traçado das cidades a geomorfologia e as relações entre fluxos de escoamento hídrico e os eixos de circulação, como as grandes vias públicas, a configuração dos bairros e os demais usos e ocupações do solo urbano.

Santos (2004), destaca que o Planejamento urbano e ambiental é uma atividade contínua, em que o processo não se esgota na implementação, devendo ter prosseguimento ao longo do tempo por meio de mais de uma fase, como a de monitoramento e avaliação, na qual os planos são submetidos a revisões periódicas, bem com as ações e os cronogramas de implantação.

Já na década de 1990 Tucci (1995), apontava que a grande parcela da população urbana que reside nas grandes cidades brasileiras convive com a falta de percepção sobre o papel da natureza, geralmente conjugada ao uso do solo desordenado, à erosão das encostas e ao aumento das áreas impermeáveis, gerando consequências como assoreamento e inundações urbanas.

Segundo Christofolletti (1981), a ampliação das áreas impermeabilizadas, devido ao crescimento urbano, repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e a ocorrência de ondas de cheia, isto afeta também o funcionamento do ciclo hidrológico local, pois interfere no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas.

Conforme Marcondes (1999) e Santos (2004), a perspectiva ambiental nos planejamentos territoriais passa a ser incorporada de vez a partir da década de 1990, sendo consagrada com a legislação que implementa o “Plano Diretor” das cidades, traçando o caminho para um desenvolvimento social, cultural, econômico, ambiental e tecnológico apropriados a qualidade de vida. Contudo, boa parte das intervenções foram apenas pontuais, voltadas a revitalização de ambientes degradados.

O plano diretor é uma ferramenta essencial nesse contexto, pois estabelece as diretrizes para o ordenamento territorial e orienta o uso e a ocupação do solo de maneira a equilibrar o crescimento urbano com a preservação ambiental. Ele define áreas prioritárias para urbanização, conservação e recuperação ambiental, contribuindo para a sustentabilidade a longo prazo. No Brasil, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) reforçou a obrigatoriedade de os municípios com mais de 20 mil habitantes elaborarem seus

planos diretores, garantindo que os princípios de justiça social, sustentabilidade e participação popular sejam aplicados no planejamento urbano.

Diante do exposto, de problemas ambientais urbanos e suas consequências socioambientais, a recente e tímida formação, a conscientização sobre a temática ambiental e o treinamento de um corpo técnico com novos profissionais, assim como o uso dos instrumentos de planejamentos, como o Plano Diretor e o Zoneamento Ecológico Econômico e o emprego de novas geotecnologias tem acrescentado importantes avanços com estudos e discussões, que assessoraram os órgãos públicos nas capitais brasileiras para tomada de decisões e na elaboração de novas diretrizes urbanísticas em direção a um desenvolvimento mais justo e sustentável.

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS

Conforme Guerra *et al.* (2010), bacias hidrográficas referem-se ao conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Onde nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, fluxo de escoamento superficial, que segundo o autor, contribui com o rio principal ou lençol freático.

As bacias hidrográficas também podem ser definidas como área delimitada por um divisor de águas que drena as águas das chuvas por canais efêmeros e tributários para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago (ROCHA e KURTZ, 2001).

Podemos entender as bacias hidrográficas como sistemas dentro de outros sistemas hidrográficos, associadas geralmente aos comprimentos dos seus canais de drenagem, que podem ter vários canais de primeira ordem, segundo ou mais ordens de grandeza, determinadas segundo classificações como a de Strahler (1952), denominadas conceitualmente como microbacias e sub-bacias hidrográficas (LIMA, 1996).

Do ponto de vista técnico e hidrológico, as bacias hidrográficas, independentemente de sua conceituação, são porções de terras extremamente importantes por apresentarem características que refletem a dinâmica hidrológica em um território, determinando a relação das águas pluviais, sua intensidade e sua influência no uso e formas de ocupação.

Nesse sentido, foi oficialmente contemplada pela Lei Federal 9.433 de 1997, que implementa a Política Nacional de Recursos Hídricos, como unidade territorial básica para

fins de planejamento territorial, que abordou também oficialmente o conceito de sub-bacias ao estabelecer a área de atuação dos comitês de bacia hidrográfica (BRASIL, 1997).

Segundo Tundisi e Schiel (2003), são muitas as vantagens comumente elencadas para justificar a adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudos, devido a possibilidade de uma abordagem sistêmica e integrada, também fatores relacionados a facilidade de identificação e delimitação representada pelos seus divisores topográficos.

Segundo Lanna (1995), a delimitação completa de uma bacia hidrográfica poderá estabelecer uma unidade de intervenção demasiadamente grande para a negociação social, derivando daí boa parte da gestão em sub-bacias e microbacias. Para Santos (2004), as bacias hidrográficas menores facilitam o planejamento, seja por razões técnicas ou estratégicas, pois é entendida como uma caixa preta, onde os fenômenos e interações podem ser interpretados, *a priori*, pelo *input* e *output* de matéria e energia.

Considerando que não há terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica principalmente quando ela se torna o espaço das funções urbanas ou do campo, a complexidade aumenta, pela diversificação de produtores e consumidores, pelo aumento das relações intrínsecas e pela sua dependência de fontes externas (SANTOS, 2004).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de influência de drenagem do Lago do Amor está inserida na bacia hidrográfica do córrego Bandeira, localizada em Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul e o “Lago do Amor”, reservatório artificial, está localizado na porção oeste da Cidade Universitária da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 20°30’11.40”S e Longitude 54°37’.2.95” na confluência dos córregos Cabaça e Bandeira, os quais formam a bacia hidrográfica do córrego Bandeira, parte integrante do rio Anhanduí e da bacia do Rio Paraná. (Figura 1).

A bacia hidrográfica do Córrego Bandeira é caracterizada por ser uma bacia de dinâmica hidrológica bastante antropizada, observações por imagens de satélites demonstram principalmente em sua área a jusante em sua área central até sua foz possuindo a superfície do solo permeabilizada por asfaltamento e construções. A bacia hidrográfica também abrange uma lagoa e dois lagos de formação artificial em seus limites, a Lagoa Itatiaia, de formação natural e os lagos: lago do Amor (UFMS) e o lago do Rádio Clube já completamente assoreada.

Construído no ano de 1968 na confluência dos córregos Cabaça e Bandeira, o Lago do Amor foi idealizado como área de balneabilidade para a cidade de Campo Grande - MS, além de abarcar uma área de lazer em conjunto com a antiga Universidade Estadual de Mato Grosso, em 1968, posteriormente transformando-se na Cidade Universitária da atual Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em 1980. Atualmente o Lago do Amor possui uma função hidrológica e ecológica, como bacia de contenção e do controle hídrico e sustentação da fauna e flora urbana (LOPES, 2009).

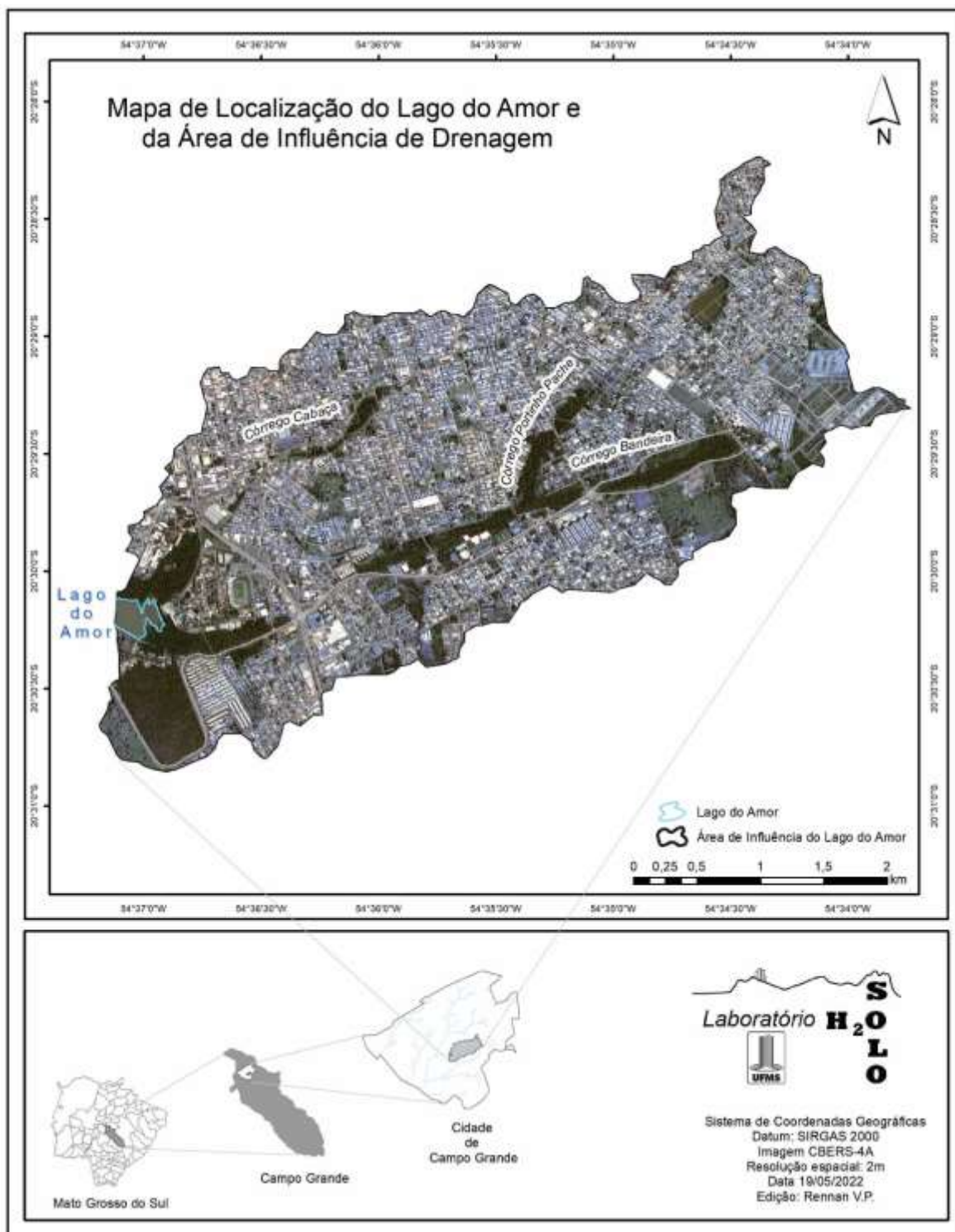


Figura 1: Mapa de Localização do Lago do Amor e da Área de Influência de Drenagem.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Levantamento bibliográfico

No processo de elaboração deste trabalho foi fundamental realizar um levantamento bibliográfico abrangente e criterioso. Para isso, a pesquisa explorou bases de dados

acadêmicas e científicas, como o *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, utilizando palavras-chave relacionadas ao Lago do Amor e sua área de drenagem, referente a bacia hidrográfica dos córregos Bandeira e Cabaça, área de influência geográfica do lago. Essa etapa permitiu obter um conjunto relevante de artigos científicos, teses, dissertações e livros que abordavam temas relacionados à hidrologia, geografia física, recursos hídricos e análise de bacias hidrográficas.

Posteriormente, foi realizado a análise de relatórios técnicos, mapas e dados disponibilizados por órgãos governamentais e instituições de pesquisa, como a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Municipal de Planejamento Urbano (PLANURB) de Campo Grande - MS.

3.2.2 Levantamento dos dados cartográficos

Para adquirir das imagens orbitais, recorreu-se a provedores de dados especializados, como o *Google Earth*, imagens do satélite CBERS-4A e do satélite ALOS Palsar, que oferecem uma ampla gama de imagens de alta resolução. Essas imagens forneceram uma visão panorâmica da área de estudo, permitindo identificar as características morfológicas e de uso do solo da microbacia do córrego Bandeira e do Lago do Amor.

Enquanto os dados cartográficos, foram utilizados arquivos nos formatos raster e vetorial. Os dados raster, como mapas de relevo e de uso do solo, foram obtidos nos sítios dos satélites CBERS-4A e do ALOS Palsar. Por sua vez, os dados vetoriais, como linhas de drenagem e limites de bacias hidrográficas, foram adquiridos através de extração das variáveis topográficas do Modelo Digital de Relevo do Palsar e arquivos *shapefiles* disponibilizadas por agências ambientais e pela Planurb – Prefeitura Municipal de Campo Grande - MS.

3.2.3 Parâmetros morfométricos da microbacia

A determinação das características da microbacia foi baseada na análise morfométrica de bacias hidrográficas pode ser considerada como um recurso para o levantamento e quantificação dos parâmetros areais, lineares e hipsométricos. Esses dados nortearam a avaliação das características da bacia (Quadro 1).

Quadro 1: Parâmetros morfométricos

Parâmetro	Descrição	Fórmula	Referência
Geometria da Bacia			
Área (A)	Área de captação natural da água de precipitação que escoar para um único ponto de saída (exutório).	-	-
Perímetro (P)	Extensão do limite da bacia.	-	-
Comprimento axial da bacia (L)	O comprimento do curso d'água principal mais a distância da sua nascente ao divisor topográfico.	-	Schumm (1956)
Fator de forma (Kf)	Relação entre a área da bacia (A) e o comprimento axial da bacia (L).	$Kf = A / L^2$ (m ² /m)	Horton (1945)
Índice de circularidade (Ic)	Relação entre a área da bacia (A) e o perímetro (P) da bacia.	$IC = 12,57 (A / P^2)$	Miller (1953)
Coeficiente de compacidade (Kc)	Relação entre o perímetro (P) da bacia e a área da bacia (A).	$Kc = 0,28 (P / \sqrt{A})$ (m / m ²)	Christofolletti (1980)
Parâmetro	Descrição	Fórmula	Referência
Rede de Drenagem			
Comprimento do rio principal (R)	Extensão do curso d'água desde a nascente até o exutório.	-	-
Comprimento talvegue do rio principal (Lrp)	A distância em linha reta da nascente até a foz do canal principal.	-	-
Comprimento total da rede de drenagem (Cr)	Somatoria de toda a rede de drenagem (km)	-	-
Densidade hidrográfica (Dh)	Relação entre o número de segmentos de rios (Nt) e a área da bacia (A).	$Dh = Nt / A$ (km ⁻²)	Christofolletti (1969)
Densidade de drenagem (Dd)	Relação entre o comprimento da rede de drenagem (Cr) e a área da bacia (A).	$Dd = Cr / A$ (km ² / km)	Horton (1945)
Ordem da drenagem	Hierarquia fluvial	Ordem	Strahler (1952)
Parâmetro	Descrição	Fórmula	Referência
Característica do Relevo			
Altitude Máxima (Amax)	Cota Topográfica máxima da bacia	-	-
Altitude Mínima (Amin)	Cota Topográfica da foz do rio principal	-	-
Razão de textura (T)	Relação entre o número de segmentos de rios (Nt) e o perímetro da bacia (P).	$T = Nt / P$ (km ⁻¹)	Smith (1950)
Amplitude Altimétrica (ΔH)	Diferença entre altitude máxima da bacia com altitude da foz do rio principal	$Amax - Amin$ (m)	Strahler (1952)

Continuação...

Parâmetro	Descrição	Fórmula	Referência
Característica do Relevo			
Índice de sinuosidade do rio principal (IS)	Relação entre o comprimento rio principal (R) e o perímetro do talvegue do rio principal (Lrp).	$IS = 100 (R - Lrp) / R$	Schumm (1963)
Sinuosidade do rio principal (Sin)	Relação entre o comprimento rio principal (R) e o perímetro do talvegue do rio principal (Lrp).	$Sin = R / Lrp$	Schumm (1963)
Índice de rugosidade	Relação entre a variação da cota (ΔH) e a Densidade de drenagem (Dd).	$Ir = \Delta H * Dd$	Christofolletti (1969)
Razão de relevo (Rr)	Relação entre a variação da cota (ΔH) e o comprimento axial da bacia (L).	$Rr = \Delta H / L$	Christofolletti (1969)
Extensão do percurso superficial (Eps)	a distância média que um fluxo hídrico percorre até chegar ao leito do rio.	$Eps = 1/2 Dd$	Horton (1945)
Tempo de concentração (Tc)	o tempo que a água leva para percorrer desde o ponto mais distante de uma bacia hidrográfica até o ponto exutório	$Tc = 57(L^3/H)^{0,385}$	Kirpich (1940)

Fonte: Org. pelo autor (VILLELA e MATTOS, 1975)

3.2.4 Processamento dos mapas temáticos

O mapeamento das variáveis do relevo teve por objetivo representar a superfície terrestre buscando compreender a distribuição espacial das formas de relevo, considerando sua gênese, estrutura, morfologia e cronologia (IBGE, 2019; ALVES *et al.*, 2014). Segundo Sato e Lupinacci (2019, p. 14), o mapa geomorfológico constitui a base das pesquisas ambientais. Além da representação cartográfica das feições morfológicas, o mapa, como produto final, é a concepção sintética do relevo e de extrema valia na análise do comportamento hidrológico.

Para a identificação das variáveis de relevo presentes na área de estudo, será realizado o mapeamento geomorfológico de semidetalhe, escala 1:27.000, tendo como base cartográfica as informações apresentadas nas cartas topográficas; nas imagens de satélite ALOS PALSAR, no mapa hipsométrico; no mapa clinográfico; no Modelo Digital de Terreno (MDT) e nos trabalhos de campo, esses últimos para aferir as feições *in loco* e que objetivam também, aferir e corrigir possíveis falhas na geração dos mapas.

Com base no MDT, foram elaborados mapas temáticos derivados, com base em modelagem cartográfica: mapa hipsométrico considerando as orientações de Fitz (2008). Também foram feitos cálculos de área e classificações das variáveis.

O Modelo Numérico de Terreno e as curvas de nível obtidas após o tratamento foram fundamentais para delimitação da bacia hidrográfica e a rede de drenagem da área de estudo, sendo a base para a extração das variáveis morfométricas do relevo para a análise hidrológica da área de influência de drenagem do Lago do Amor: declividade, hipsometria e curvatura horizontal das vertentes. Posteriormente foi realizada a combinação das informações das variáveis de relevo onde o produto cartográfico resultante foi a classificação de acordo com a morfodinâmica relativa a susceptibilidade ao escoamento superficial e acumulação hídrica.

Para a metodologia do grau de susceptibilidade, primeiramente, foi realizada a reclassificação dos dados ambientais de acordo com graus de susceptibilidade a acumulação hídrica ou de massa no terreno. As notas atribuídas à reclassificação variam de 1 a 5, onde as notas mais baixas são atribuídas a menor susceptibilidade a acumulação hídrica ou de massa e as notas mais altas aos terrenos são atribuídas as classes com maior susceptibilidade a acumulação (Quadros 2, 3, 4 e 5).

Quadro 2: Graus de susceptibilidade.

Susceptibilidade a acumulação hídrica	Notas	Grau de susceptibilidade
Menos susceptível	1	Menos Susceptível ↓ Mais Susceptível
Mais susceptível	5	

Fonte: elaboração do autor.

Quadro 3: Reclassificação dos dados de altitude:

Altitude (m)	Nota
521	5
554	4
557	3
590	2
609	1

Fonte: elaboração do autor.

Quadro 4: Reclassificação dos dados de Declividade:

Declividade (%)	Nota
0.5%	5
1.5%	4
2.0%	3
2.5%	2
3.0%	1
4.3%	1

Fonte: elaboração do autor.

Quadro 5: Reclassificação dos dados da Curvatura Horizontal das Vertentes:

Curvaturas	Nota
Convergente	5
Planar	3
Divergente	1

Fonte: elaboração do autor.

Após a reclassificação da Hipsometria, da Declividade e da Curvatura Horizontal das Vertentes foi realizada a metodologia de álgebra de mapas, de acordo com os seguintes passos no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Raster Calculator*, somando os três produtos reclassificados. Com o *raster* obtido foi realizada a classificação em 5 classes representativas: Alta Susceptibilidade ao Escoamento Superficial, Média Susceptibilidade ao Escoamento Superficial, Baixa Susceptibilidade ao Escoamento Superficial, Susceptibilidade a Acumulação Hídrica e Alta Susceptibilidade a Acumulação Hídrica.

3.2.5 Levantamento de dados pluviométricos

Os dados pluviométricos da microbacia do Córrego Bandeira foram registrados pelo laboratório de Ciências Atmosférica - LCA/INFI/UFMS, a partir da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar, instalada na Cidade Universitária da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, próximas ao portão 1, coordenadas geográficas 20° 29' 48,19"S e 54° 36' 45,74"W (Foto 1).

Foto 1: Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar - LCA/INFI/UFMS.



Fonte: Autor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS

A caracterização e o comportamento hidrológico foram analisados a partir dos parâmetros morfométricos da microbacia do córrego Bandeira, bem como suas características específicas da sua rede de drenagem, tais como o lago amor (artificial) e sua expansão urbana (bairro Rita Vieira).

4.1.1 Morfometria da micro bacia do córrego Bandeira

A caracterização dos parâmetros morfométricos da microbacia do córrego Bandeira foi dividida em características: geométricas, da rede de drenagem e do relevo.

4.1.1.1 Características geométricas

As características geométricas da microbacia do córrego Bandeira tiveram como base os dados calculados da área de drenagem, perímetro, comprimento do eixo principal, comprimento talvegue do rio principal, fator forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade (Tabela 1).

Tabela 1: Características geométricas da microbacia do Córrego Bandeira até o Lago do Amor

Parâmetros Geometria da microbacia	Valor	Unidade
Área (A)	13,35	km ²
Perímetro (P)	21,09	km
Comprimento do eixo principal (L)	6,14	km
Comprimento talvegue do rio principal (Lrp)	4,75	km
Fator de forma (kf)	0,35	adimensional
Índice de circularidade (Ic)	0,38	adimensional
Coeficiente de compacidade (kc)	1,61	adimensional

Fonte: org. pelo autor.

A microbacia do córrego Bandeira até o Lago do Amor apresentou uma área de drenagem de 13.35 km² com perímetro de 21,09 km.

De acordo com os valores calculados e observados (Tabela 1) para o Coeficiente de Compacidade (Kc), foi de 1,61, a microbacia do córrego do Bandeira apresenta formato irregular, com tendência à não ocorrência de inundações acentuadas.

O Fator de forma (Kf) de 0,35, encontrado para a microbacia, corrobora com o resultado do valor de Coeficiente de Compacidade (Kc), indicando característica alongada da bacia e podendo apresenta boa drenagem em condições normais de precipitação.

Assim os valores acima são confirmados pelo índice de circularidade (I_c) de 0,38 que a microbacia tem a tendência para a forma alongada.

4.1.1.2 Características da rede de drenagem

A rede de drenagem é constituída pelo rio principal e seus afluentes dos quais forma um sistema importante para indicar a maior ou menor velocidade com que a água escoar na microbacia.

A análise das características da rede de drenagem da microbacia do córrego Bandeira até o Lago do Amor apresentou os seguintes resultados (Tabela 2)

Tabela 2: Características da rede de drenagem da micro bacia do córrego Bandeira até o Lago do Amor

Características da rede de drenagem da microbacia	Valor	Unidade
Comprimento do Rio Principal - (L)	5,02	km
Comprimento da rede de drenagem - (Cr)	8,72	km
Extensão média do escoamento - (Lm)	0,38	km
Ordem da drenagem	2 ^a	
Densidade hidrográfica - (Dh)	0,23	unid/km ²
Densidade de drenagem - (Dd)	0,65	km/km ²
Número de segmentos de rios - (Nt)	3	unidade
Coeficiente de torrencialidade (Ct)	0,15	km/km ²
Sinuosidade do rio principal (Sin)	1,7	km
Índice de Sinuosidade - (Is)	1,06	adimensional
Extensão do percurso superficial - (Eps)	769,23	m
Coeficiente de manutenção - (Cm)	1,54	km/km ²
Tempo de concentração – (Tc)	68,66	min

Fonte: org. pelo autor.

A rede de drenagem da microbacia do córrego Bandeira é classificada como de 2^a ordem, conforme a proposta de Strahler (1952), indicando uma microbacia com pouca tendência a picos de cheia. A extensão total dos canais de drenagem foi de 8,72 km, dos quais 5,29 km correspondem a canais de 1^a ordem e 3,43 km a canais de 2^a ordem, configurando um padrão de drenagem dendrítico.

O sistema de drenagem apresentou uma baixa densidade hidrográfica (Dh) de 0,23 unidade/km² e, conseqüentemente, uma densidade de drenagem (Dd) de 0,65 km/km², configurando uma drenagem regular (VILLELA e MATTOS, 1975), pouca desenvolvida observada em ambas classificações. Aliado a densidade de drenagem o coeficiente de torrencialidade (Ct) apresentou o valor de 0,15 demonstrando que a microbacia possui uma

baixa tendência a inundações, que deve estar associada diretamente a forma alongada da referida microbacia.

Além disso, o índice de sinuosidade (I_s) foi de 1,06 (adimensional) indica que há pouca sinuosidade para controlar a velocidade de escoamento do curso d'água principal.

A extensão do percurso superficial (E_{ps}), que representa a distância percorrida pelos fluxos de água do escoamento superficial até atingir o curso d'água permanente, foi de 769,23 metros, indicando uma predisposição à processos erosivos.

Já o coeficiente de manutenção dos canais (C_m) revelou que é necessário 1,54 km^2/km de área para manter ativo um quilômetro do curso d'água permanente.

O estudo também revelou resultados significativos para a compreensão do sistema hidrológico local, pois o tempo de concentração das águas pluviais na área de drenagem do Lago do Amor calculado utilizando a equação de Kirpich foi de 68,66 minutos, indicando que a drenagem total das chuvas ocorre em um período relativamente longo na bacia, no entanto, podendo ser encurtado quando influenciado pela supressão vegetal e impermeabilização no uso e ocupação do solo.

4.1.1.3 Características de relevo

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno.

Os dados do relevo referentes a área de influência de drenagem da microbacia do córrego Bandeira foram obtidos a partir dos resultados extraídos do Modelo Digital de Elevação (Tabela 3).

Tabela 3: Dados Geométricos e Lineares das bacias hidrográficas e rede de drenagem.

Características de relevo da microbacia	Valor	Unidade
Altitude Máxima rio principal - ($A_{rp\ max}$)	608	m
Altitude Mínima Rio principal - ($A_{rp\ min}$)	530	m
Amplitude Altimétrica - (ΔH_{rp})	78	m
Altitude Máxima da Bacia - ($A_{b\ Max}$)	637	m
Amplitude Altimétrica - (ΔH_b)	107	m
Relação de relevo - (R_r)	0,01	adimensional
Razão de Textura - (R_t)	0,14	adimensional
Índice de rugosidade (I_r)	69,55	km/km^2

Fonte: org. pelo autor.

A altimetria da microbacia do córrego Bandeira tem uma variação de 637 m no ponto mais elevado do terreno (divisor topográfico) e 608 m na nascente do córrego Bandeira a 530 m até o Lago do Amor, com amplitude altimétrica 107 m para a microbacia e 78 m para o córrego Bandeira (curso d'água principal).

No entanto apesar da grande diferença de altimetria da região analisada, a análise tanto da declividade, demonstraram que a área de estudo não propicia a ocorrência de graves processos erosivos de origem natural. Visto que a mesma apresenta a maior parte de sua área com relevo variando de plano a relevo ondulado.

O parâmetro razão de relevo (R_r) da microbacia foi de 0,01 classificado como baixa, bem como a razão de textura (R_t) com valor de 0,14 classificada como grosseira, desta forma, os valores encontrados na microbacia evidencia um menor escoamento superficial direto das águas das chuvas. O índice de rugosidade (I_r) foi de 69,55 revelando um relevo plano a suave ondulado.

4.1.2 Caracterização do Relevo

4.1.2.1 Classes Altimétricas

A partir dos dados de altimetria foi possível elaborar o mapa hipsométrico da área de influência da microbacia córrego Bandeira (Figura 2). As cotas altimétricas variam entre 521 m a 637 metros de altitude.

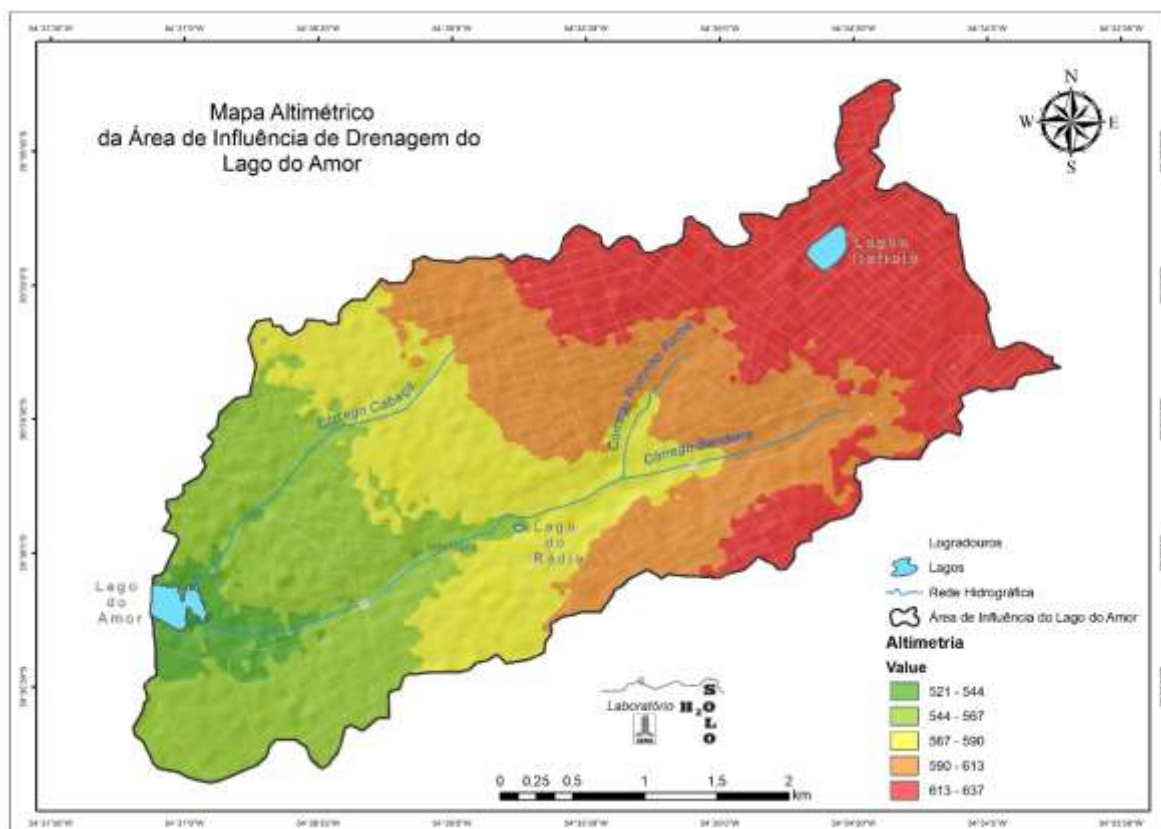


Figura 2: Mapa Altimétrico da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor

A partir da geração das curvas de nível da referida microbacia foi possível individualizadas 5 classes altimétricas com equidistância de 23 metros entre as curvas de nível (Tabela 4).

Tabela 4: Classes Altimétricas da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor

Altimetria (m)	(Km ²)	(%)
521 - 544	0,62	4,6
544 - 567	3,31	24,8
567 - 590	2,94	22,0
590 - 613	3,23	24,2
613 - 637	3,25	24,3
Total da área da Bacia	13,35	100

Fonte: Org. pelo autor.

A análise das classes altimétrica da microbacia verificou que 51,5% da área está situada entre as cotas 521 m a 590 m de altitude com uma amplitude de 69 m enquanto os restantes da área estão nas duas últimas classes que correspondem 48,5 % da área e com uma amplitude de 47 metros, sendo essa área mais próxima as nascentes dos cursos d'água.

4.1.2.2 Classes de Declividades

A declividade da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor máxima na área foi de 4,3%, indicando, a presença de relevo plano a suave ondulado (Figura 3).

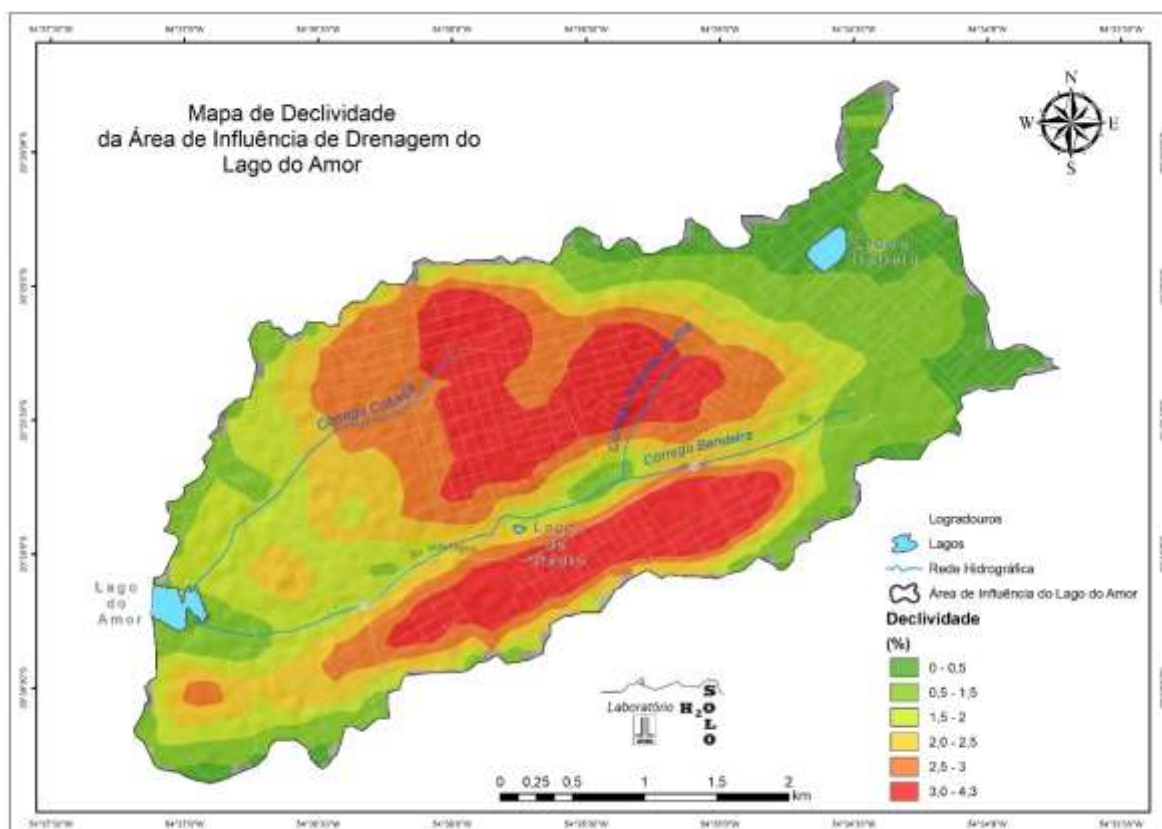


Figura 3: Mapa de Declividade da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor.

É importante destacar que as declividades mais acentuadas, com declividade entre 3,0 - 4,3%, são encontradas nos divisores de águas entre os córregos Cabaça, Portinho Parche e Bandeira, bem como nas margens esquerdas do córrego Bandeira, acompanhando o seu médio curso.

Em relação às classes de declividade presentes na área de influência de drenagem, o mapa de declividade da região apresenta 6 classes individualizadas em intervalo 0,5% (Tabela 5).

Tabela 5: Classes de declividade da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor

Declividade (%)	Classe	Área	
	(Embrapa 1979)	(Km ²)	(%)
0 - 0,5	Plano	1,27	9,51
0,5 - 1,5	Plano	2,61	19,57
1,5 - 2	Plano	2,71	20,32
2 - 2,5	Plano	1,99	14,91
2,5 - 3	Plano	2,22	16,64
3 - 4,3	Suave Ondulado	2,55	19,05
Total da área da Bacia		13,35	100

Fonte: Org. pelo autor.

As classes de declividade abrangendo o intervalo 0 - 3% é classificada conforme Embrapa, 1979, como relevo plano, abrangendo 80,95% devido à baixa inclinação, o escoamento superficial hídrico tende a ser mais lento, o que pode contribuir para problemas de drenagem e acúmulo de água durante eventos de chuva intensa, como são os casos de enchentes que ocorrem nos extremos da área da bacia, na Lagoa Itatiaia e no Lago do Amor.

Enquanto a classe de declividade 3,0 - 4,3% ocupa apenas 19,05% da área de drenagem, observa-se a declividade a topografia mais inclinada contribui para uma maior velocidade do escoamento superficial hídrico, o que pode ajudar na intensificação dos processos erosivos, no aumento da velocidades dos fluxos concentrados do escoamento superficial durante as chuvas intensas, contribuir aos problemas recorrentes de alagamentos e ainda com o assoreamento de corpos d'água e o comprometimento do fluxo hídrico.

4.1.2.3 Classes das Curvaturas Horizontais

A curvatura horizontal pode ser descrita como a variação da orientação de vertentes ao longo de uma determinada distância, possibilitando observar a divergência ou convergência das linhas de fluxo. Trata-se de uma variável do relevo que expressa a direção do fluxo hídrico de acordo com o formato do terreno, conduzindo o escoamento superficial de forma divergente, convergente ou planar, podendo ser utilizada na compreensão de problemas urbanos ligados ao posicionamento de pluviômetros, estruturas de drenagem e mapeamento das possíveis áreas de alagamento.

A partir do Mapa de Curvatura Horizontal das Vertentes (Figura 4) contendo as 3 classes de curvatura horizontal das vertentes denominadas: Convergente, Divergente e Planar.

4.1.2.4 Susceptibilidade do Relevo

O mapa de susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico, resultante da combinação de três variáveis do relevo - declividade, altimetria e curvatura horizontal das vertentes - fornece informações valiosas sobre a dinâmica hidrológica da área e pode orientar a tomada de decisões (Figura 5).

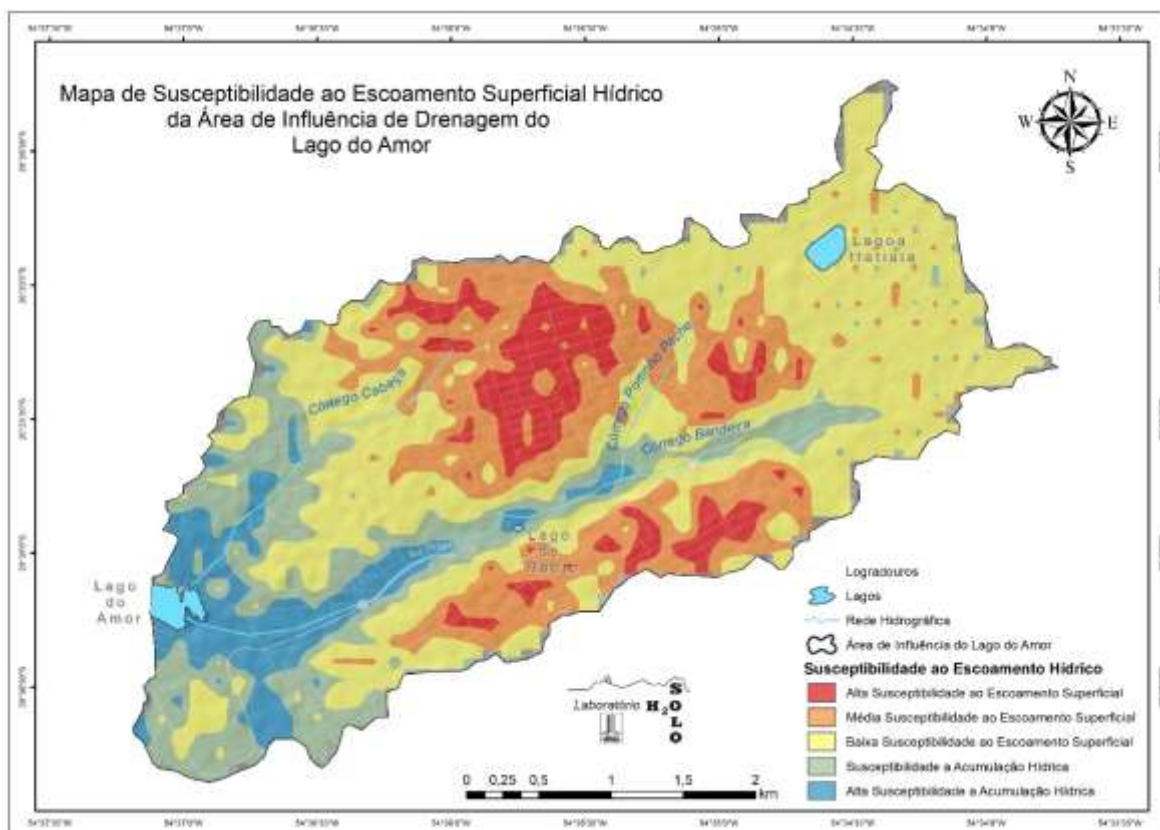


Figura 5: Mapa de susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico da microbacia do córrego Bandeira

As diferentes classes de susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico no mapa indicam áreas com características hidrológicas distintas, porém interconectadas. As áreas classificadas como alta susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico apresentam uma combinação de declividades acentuadas, altitudes mais elevadas e curvaturas horizontais convergentes. Essas áreas são altamente propensas ao rápido escoamento da água, aumentando o risco de enchentes a jusante dos canais de drenagem e erosões localizadas.

As áreas classificadas como média susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico possuem características intermediárias em termos de declividade, altimetria e curvatura horizontal das vertentes. Embora apresentem um risco menor em comparação com as áreas de alta susceptibilidade, ainda requerem atenção no planejamento urbano e na gestão das águas pluviais.

As áreas classificadas como baixa susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico indicam terrenos mais planos, altitudes menos elevadas e curvaturas horizontais divergentes. Essas áreas são menos propensas ao acúmulo e ao rápido escoamento da água.

As áreas classificadas como susceptibilidade a acumulação hídrica e alta susceptibilidade a acumulação hídrica, onde está localizado o Lago do Amor, indicam a presença de áreas deprimidas ou de baixa permeabilidade, onde há a confluência dos córregos Bandeira e Cabaça, e o relevo é praticamente plano e a água tende a se acumular.

4.1.3 Dados de chuva na microbacia do córrego Bandeira

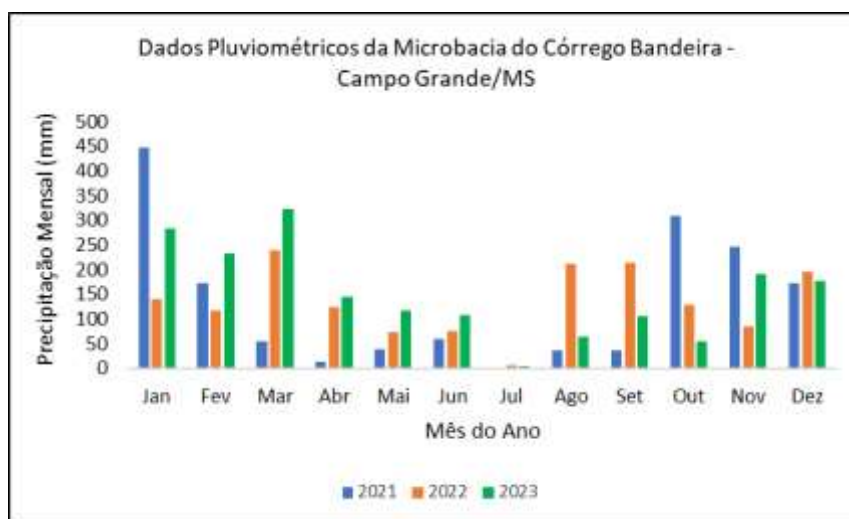
Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram uma série histórica de 2021, 2022 e 2023 (Tabela 6 e Gráfico 1) registrada pela Estação de Monitoramento da Qualidade do Laboratório de Ciências Atmosféricas - LCA/INFI/UFMS.

Tabela 6: Médias Mensais de Pluviométricas da microbacia do córrego Bandeira

MES	2021	2022	2023
Jan	447,7	141,2	283,8
Fev	172,3	117,2	233,4
Mar	53,8	238,4	323,6
Abr	14,2	124,6	145,6
Mai	39,0	72,4	117,2
Jun	58,4	74,6	107
Jul	1,2	5,6	4,6
Ago	36,0	211,6	64,6
Set	36,8	213,6	105
Out	307,6	129,6	54,4
Nov	247,2	85,4	190,4
Dez	173,6	195,2	177,2
TOTAL	1587,8	1609,4	1806,8

Fonte: Org. pelo autor.

Gráfico 1: Dados Pluviométricos da Microbacia do Córrego Bandeira – Campo Grande/MS



Fonte: Org. pelo autor.

As médias anuais de precipitação apresentam uma regularidade de 1587,82 mm em 2021, 1609,4 mm em 2022 e 1806,8 mm em 2023, enquanto a distribuição das médias mensais não segue um padrão regular na sua distribuição ao longo dos anos. As classificações das intensidades da precipitação, segundo Moreira (2002), vão de chuvisco a extremamente forte, de acordo com a quantidade em milímetros de chuva (Quadro 6).

Quadro 6: Classificação de tipos de precipitação em função da intensidade

Classe de Precipitação	Tipo de Precipitação
0 – 1 mm	Chuvisco
1 – 10 mm	Chuva Fraca
10 – 20 mm	Chuva Moderada
20 – 30 mm	Chuva Moderada Forte
30 – 40 mm	Chuva Forte
40 – 50 mm	Chuva Muito Forte
> 50 mm	Chuva Extremamente Forte

Fonte: Moreira, 2002.

Ao analisarmos os dados de precipitações (chuvas) na série histórica de janeiro de 2021 a dezembro de 2023, podemos identificar eventos de chuvas por tempo de duração e intensidade (duração contínua no período de uma hora), evidenciando o momento de pico ao longo do evento de chuva e também os períodos chuvosos nos meses e no ano (Tabela 7).

Tabela 7: Eventos de precipitações na série histórica de 01/2021 a 12/2023

Ano	Evento	Data	Total de Chuva (mm)	Duração (tempo)	Período de 1 hora de Chuva (mm)
2021	1	13/01/2021	38,35	01:50	36,32
	2	23/01/2021	41,14	01:30	39,87
	3	27/01/2021	64,75	02:20	54,10
	4	11/02/2021	36,83	01:20	35,31
	5	14/02/2021	63,25	01:20	59,44
	6	06/10/2021	37,40	01:30	35,00
	7	14/10/2021	49,00	04:00	37,80
	8	23/10/2021	101,60	07:00	56,40
	9	16/11/2021	53,20	04:30	43,20
	10	29/12/2021	68,00	02:30	60,60
2022	1	19/01/2022	44,00	02:30	43,40
	2	13/04/2022	58,00	03:00	31,60
	3	17/08/2022	50,60	04:30	30,40
	4	18/08/2022	84,40	07:30	37,60
	5	19/09/2022	57,80	03:00	40,60
2023	1	04/01/2023	117,80	08:80	72,00
	2	07/02/2023	44,20	04:30	34,00
	3	08/03/2023	49,20	02:00	47,80
	4	31/03/2023	80,40	02:30	79,20
	5	25/11/2023	43,40	01:00	43,40
	6	26/11/2023	41,80	00:30	41,80

Fonte: Org. pelo autor.

Os eventos de precipitações (Tabela 6) mostraram que a microbacia do córrego Bandeira, nessa série histórica analisada, apresentou 11 eventos de precipitações classificados de chuva muito forte a extremamente forte, com intensidades variando de 40 a 79,20 mm em um período de uma hora.

Dos 5 eventos do ano de 2021, as intensidades variaram de 43,20 mm a 60,60 mm, dos quais 1 foi classificado como chuva muito forte; 1 evento como chuva muito forte e 4 como chuva extremamente forte. No ano de 2022, foram registrados apenas 2 eventos com intensidade de precipitação entre 40,60 mm e 43,40 mm, sendo classificados como chuva muito forte. Em 2023, identificaram-se 5 eventos com intensidades variando de 41,80 mm a 79,20 mm durante o período de uma hora: 3 como chuva muito forte e 2 como chuvas extremamente fortes.

4.1.4 Mudanças urbanas na Região do Rita Vieira

Parte do Bairro Rita Vieira está localizado na margem esquerda do Córrego Bandeira, ocupando uma área de aproximadamente 1 km², o que corresponde a cerca de 7,5% da área da microbacia do Córrego Bandeira até o Lago do Amor. Essa região está situada na vertente esquerda do Córrego Bandeira, onde se encontram as áreas com maior declividade da microbacia, atingindo em torno de 4,3%. Historicamente, essa área tem sido palco de debates devido aos agravantes dos problemas ambientais recorrentes em períodos de chuvas intensas.

Por um lado, observam-se problemas relacionados à circulação dos moradores, tais como enxurradas, alagamentos e formação de poças d'água, além de processos erosivos (remoção e transporte de sedimentos) nas vias do bairro que não são pavimentadas. Por outro lado, destacam-se os problemas ambientais, como alagamentos, assoreamento e transbordamento dos cursos d'água e do Lago do Amor.

Em 2021, dos quase 21.000 metros de vias públicas no Bairro Rita Vieira, 52,5% não contavam com pavimentação asfáltica (Figuras 6 e 7).

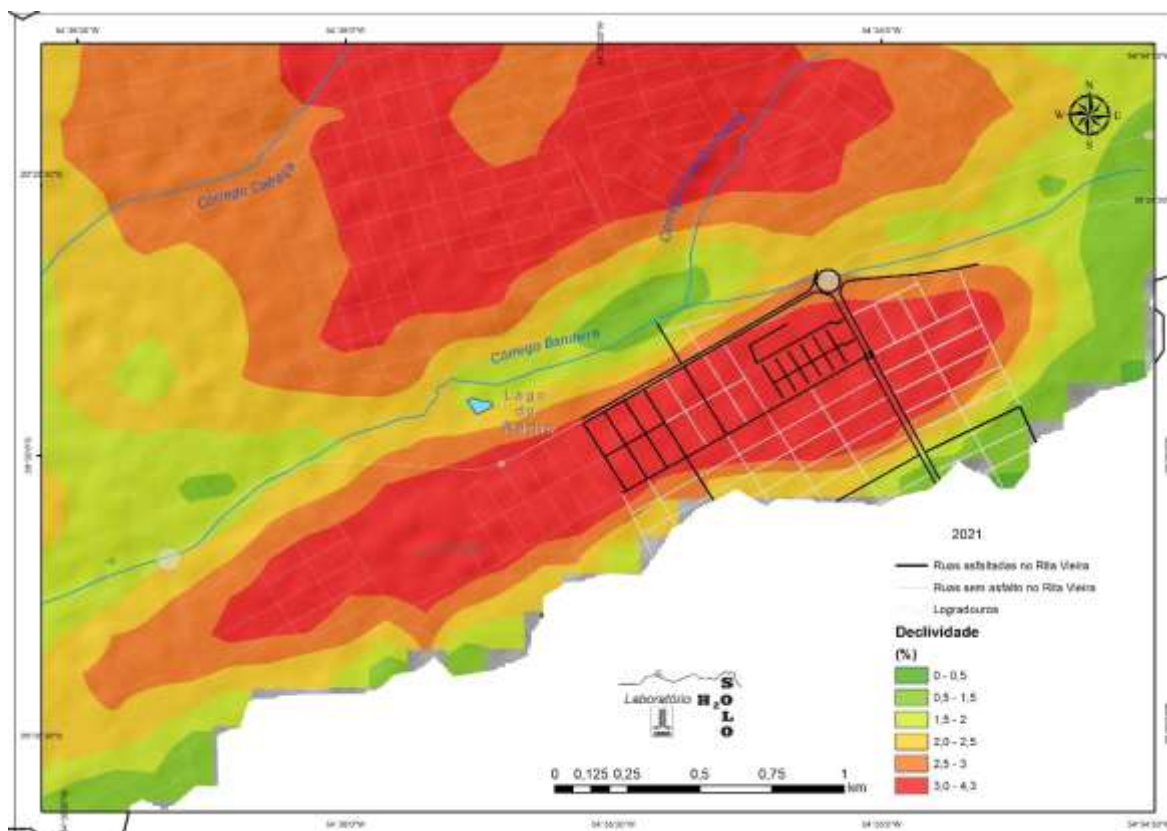


Figura 6: Recorte da região do Bairro Rita Vieira em 2021.



Figura 7: Vias públicas sem pavimentação do bairro Rita Vieira em 2021.

As vias sem pavimentação funcionam como fontes de sedimentos que são transportados para o Córrego Bandeira através das vias perpendiculares ao fundo de vale. Isso torna essas vias suscetíveis a processos erosivos, como a formação de sulcos e ravinas, causados pelo aumento da velocidade dos fluxos concentrados das águas superficiais (enxurradas) em direção ao leito do Córrego Bandeira. Por outro lado, as vias paralelas ao fundo do vale sofrem com alagamentos e formação de poças d'água por vários dias após as chuvas, além da abertura de valetas devido ao escoamento das águas pluviais (Figura 8).



Figura 8: Problemas causados pelas chuvas intensas no bairro Rita Vieira.

Em 2023, 99,7% das vias públicas na região do bairro Rita Vieira, na margem esquerda do córrego Bandeira, estavam pavimentadas (Figuras 9 e 10).

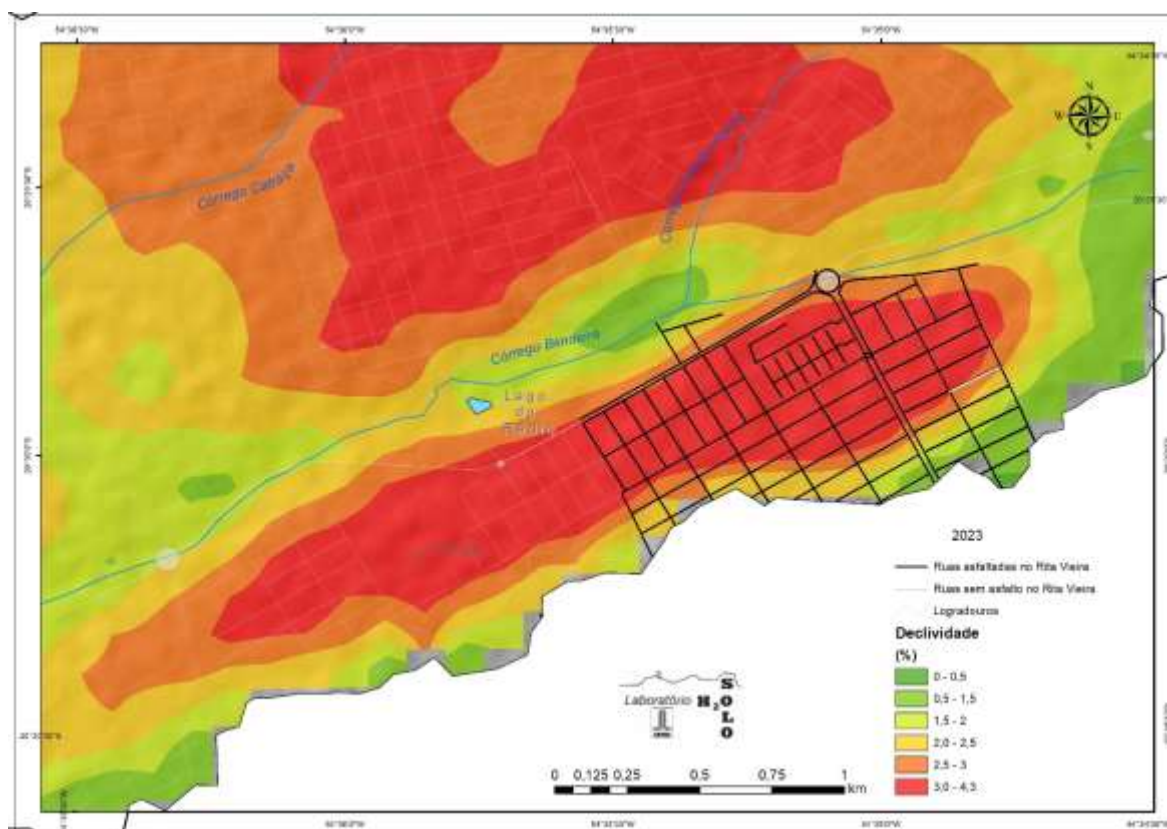


Figura 9: Recorte da região do Bairro Rita Vieira, em 2023.



Figura 10: Pavimentação asfáltica das vias públicas do Bairro Rita Vieira.

Com o avanço da pavimentação asfáltica das vias públicas no bairro, apesar de minimizar os impactos das chuvas, no quesito das erosões nas vias e acúmulo de água após eventos chuvosos, surgem outros transtornos relacionados à impermeabilização das vias. Um desses transtornos é o aumento da velocidade dos fluxos concentrados de água da chuva em direção ao córrego Bandeira. Com esse aumento da velocidade dos fluxos de água, ocorre consequentemente a diminuição do processo de infiltração no solo, o que aumenta substancialmente a vazão da água que chega ao córrego Bandeira. Isso contribui para o aumento das áreas alagadas em um menor espaço de tempo, além do transbordamento do curso d'água e do lago, como é o caso específico do Lago do Amor (Figura 11).



Figura 11: Problemas causados pelas chuvas intensas no bairro Rita Vieira, após a pavimentação asfáltica das vias.

4.1.5 Impactos ambientais no Lago do Amor (UFMS)

4.1.5.1 Funcionamento do Lago do Amor

O funcionamento do Lago do Amor é realizado por meio de vertedouros, conhecidos como sumidouros, no formato de tulipa, que controla a altura do nível d'água regulando o espelho d'água na cota estipulada e permitindo a passagem do excesso de água acumulada no lago (Figura 12).



Figura 12: Vertedouro tipo tulipa Lago do Amor.

Esse sistema de vertedouro, além de manter o espelho d'água do lago na cota estipulada, também auxilia na contenção de sedimentos gerados pelo processo erosivo a montante do lago. Consequentemente, o lago inicia um processo de assoreamento, em que o volume de sedimentos carregados pelas águas das chuvas determinará a vida útil do lago.

4.1.5.2 Assoreamento do Lago do Amor

O assoreamento no Lago do Amor (Figura 13), ao longo do tempo, é causado por um processo natural de erosão, acelerado pela intervenção humana, ou seja, pela urbanização da área de drenagem da microbacia do córrego Bandeira.



Figura 13: Assoreamento no Lago do Amor/UFMS

A pesquisa do Laboratório Hidrologia, Erosão e Sedimento (HEroS) da UFMS aponta que a profundidade máxima do Lago do Amor vem sofrendo redução (Figura 14).

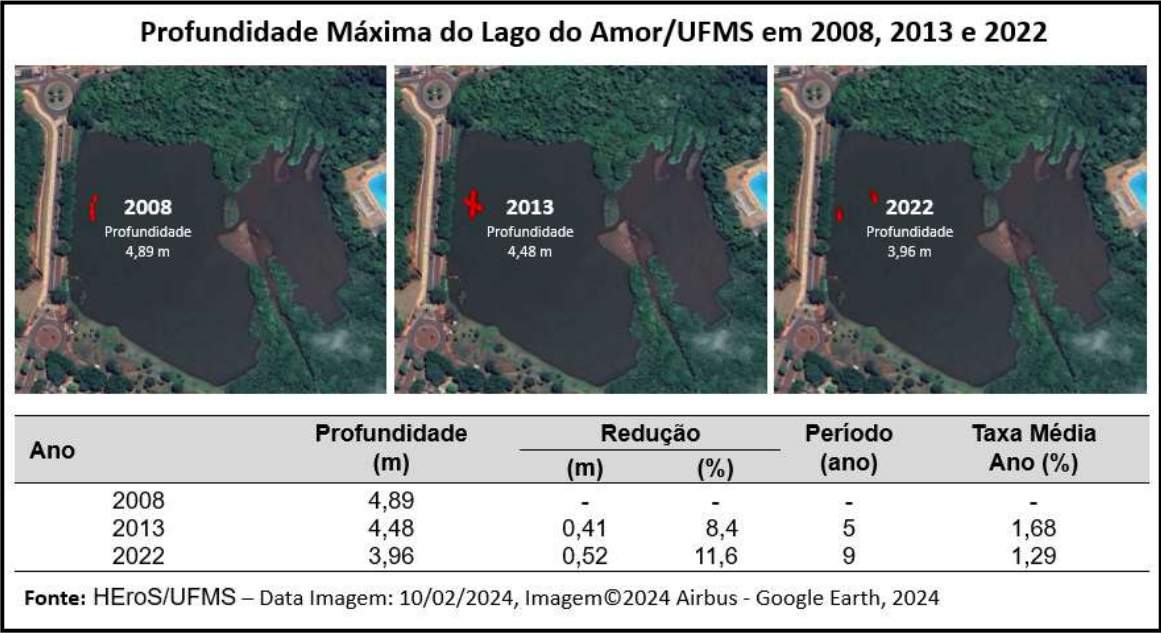


Figura 14: Dados e localização da profundidade máxima do Lago do Amor/UFMS em 2008, 2013 e 2022

No período de 2008 a 2022, a profundidade máxima do Lago do Amor sofreu uma redução de 19%, a uma taxa média anual de 1,68% entre os anos de 2008 e 2013, entre tanto a taxa reduziu para 1,29% entre o período de 2013 e 2022.

No período de 2020 a 2024, foi analisada a redução da área da superfície do Lago do Amor, que vem sofrendo perda de sua área hídrica (Figura 15).

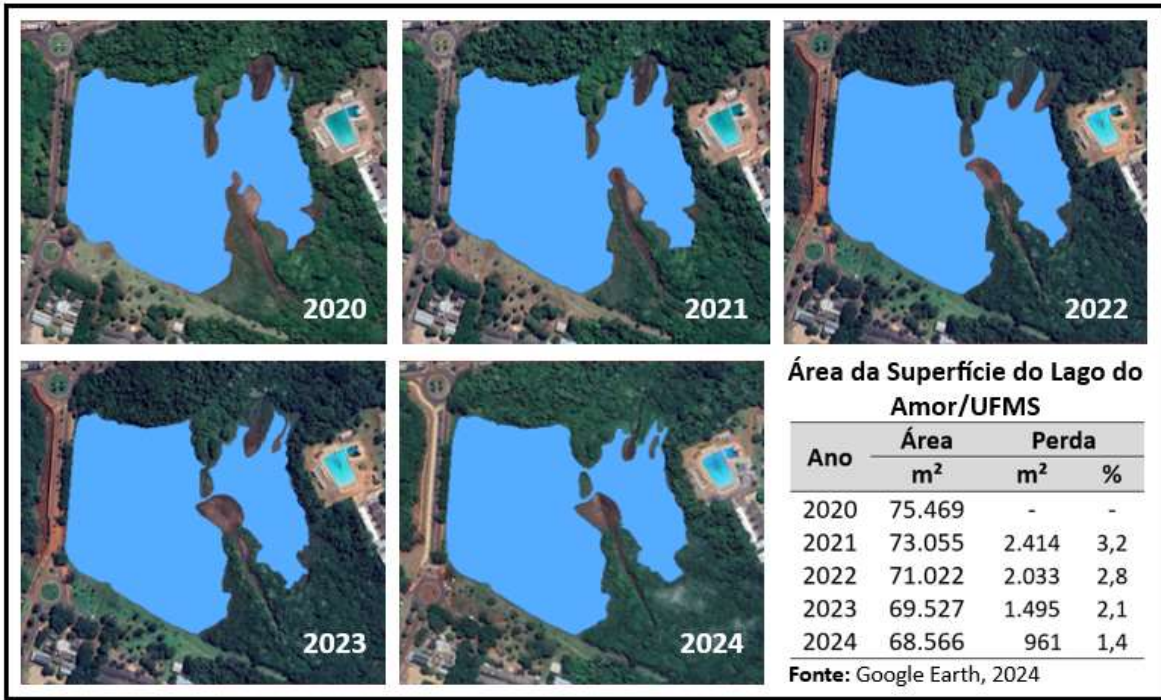


Figura 15: Limite da área da superfície d’água do Lago do Amor de 2020 a 2024.

Durante o período observado, a taxa de redução da superfície hídrica do Lago do Amor foi de 9,1%, provocada pelo acúmulo de sedimentos transportados principalmente pelo córrego Bandeira.

Outra observação foi a redução gradual do processo de assoreamento. Entre 14/05/2020 e 23/05/2021, a redução foi de 2.414 m² do espelho d'água, uma taxa de 3,2%. Já no período de 23/05/2021 a 05/04/2022, foi de 2.033 m², equivalente a 2,8% da área. De 05/04/2022 a 15/04/2023, foi de 1.495 m², representando 2,1% da área. Por fim, no último período analisado de 15/04/2023 a 10/02/2024, houve uma grande redução na taxa de perda de área do lago para o assoreamento, que foi de 961m², representando uma taxa de 1,4%.

4.1.5.3 Transbordamento do Lago do Amor

Em 2023, foram registrados três eventos de transbordamento do Lago do Amor entre os meses de janeiro e março.

O primeiro transbordamento ocorreu em 04/01/2023 durante um temporal, ou seja, uma chuva extremamente forte com uma intensidade de 72,0 mm de chuva em um intervalo de uma hora.

O volume de água escoado em direção ao Lago do Amor da área de drenagem da microbacia do córrego Bandeira excedeu a capacidade de vazão dos dois vertedores do tipo tulipa. Assim, o Lago do Amor não suportou o volume de chuva e acabou transbordando, ultrapassando o limite do aterro do lago. Isso resultou no alagamento da avenida Filinto Muller e no desmoronamento de parte do aterro de sustentação das vias atingindo parte da passarela lateral (calçada) de um lado da via (Figura 16, pag. 46).



Figura 16: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 04/01/2023¹, Lago do Amor.

Após 64 dias do primeiro evento de transbordamento, o Lago do Amor voltou a transbordar em 08/03/2023, alagando completamente a avenida Filinto Muller. O fluxo d'água (enxurrada) aumentou a cratera iniciada no primeiro evento e destruindo parte da estrutura da calçada, comprometendo a ciclovia (Figura 17). Este evento foi de menor magnitude, registrando 47,8 mm de chuva em um intervalo de uma hora.



Figura 17: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 08/03/2023², Lago do Amor.

¹ Alagamento 04/01/2023: <https://midiamax.uol.com.br/cotidiano/2023/lago-do-amor-transborda-e-passarela-cai-pelo-alto-volume-de-chuva-trecho-esta-em-alerta-de-perigo/>

² Alagamento 08/03/2023: <https://midiamax.uol.com.br/cotidiano/2023/video-lago-do-amor-volta-a-transbordar-e-alaga-pista-ja-interditada-por-danos-da-chuva/>

No dia 31/03/2023, a tempestade registrou uma intensidade de 79,2 mm de chuva em uma hora. Com o alto volume novamente, o Lago do Amor transbordou e a água invadiu as duas pistas da avenida Filinto Muller, agravando os estragos na borda do aterro e comprometendo a estrutura do asfalto com rachaduras (Figura 18).



Figura 18: Evento de Inundação na Av. Filinto Muller, 31/03/2023³, Lago do Amor.

4.2 DICUSSÕES DOS RESULTADOS

4.2.1 Análise morfométrica da área de influência do Lago do Amor.

Os dados morfométricos demonstraram que a área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor, de acordo com os índices geométricos calculados, tanto o Coeficiente de Compacidade (K_c) quanto o Fator de Forma (K_f), e confirmados pelo Índice de Circularidade (I_c), indicam formato irregular e forma alongada, com tendência à não ocorrência de inundações acentuadas, e ainda com característica alongada podendo apresentar boa drenagem em condições normais de precipitação.

A microbacia do córrego Bandeira é de 2ª ordem, indicando uma microbacia com pouca tendência a picos de cheia, com sistema de drenagem de baixa densidade hidrográfica (D_h), configurando uma drenagem regular. Já o índice de sinuosidade (I_s) indicou que há

³ Alagamento 31/03/2023: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/avenida-vira-extensao-do-lago-do-amor-e-cratera-em-ciclovias-piora>

pouca sinuosidade para controlar a velocidade de escoamento do curso d'água principal. Enquanto a extensão do percurso superficial (Eps) indicou uma predisposição a processos erosivos nas áreas do relevo suave ondulado.

Embora a área de influência da microbacia apresente baixa tendência a enchentes, o escoamento superficial das águas pluviais pode gerar impactos significativos na área urbana. Mesmo apresentando uma drenagem eficiente, que influencia na não ocorrência de inundações imediatas, também pode ser caracterizada pelo aumento do risco de assoreamento dos cursos d'água, comprometendo a dinâmica hídrica da região a longo prazo. Como tais fatores podem levar ao assoreamento e ao aumento do escoamento superficial, também podem agravar a ocorrência de alagamentos e modificar o regime hidrológico do Lago do Amor.

4.2.2 As características do relevo e sua influência no escoamento superficial da microbacia do córrego Bandeira

Ao correlacionar os dados de altimetria e declividade, observa-se que, apesar do significativo gradiente altimétrico entre a nascente, situada a 637 metros, e a foz, a 521 metros, a maior parte da área de estudo apresenta relevo predominantemente plano (80,05%) e suave ondulado (19,95%). Essa configuração topográfica indica que a região tem uma baixa propensão ao desenvolvimento de processos erosivos naturais intensos, já que as declividades suaves e a predominância de áreas planas contribuem para uma menor suscetibilidade à erosão.

Já a distribuição espacial da declividade demonstrou a relevância no planejamento da área, tanto para o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das práticas de intervenções antrópicas, uma vez que a declividade influencia diretamente nos processos físicos naturais de escoamento superficial e infiltração de água no solo. Nas regiões de maior declividade, a velocidade do escoamento superficial tende a ser maior, resultando em menor quantidade de água armazenada no solo.

Desta forma, a área de influência de drenagem do Lago do Amor enfrenta desafios significativos em relação ao escoamento superficial hídrico e aos impactos ambientais associados. A compreensão da susceptibilidade ao escoamento superficial hídrico é crucial para o planejamento de estratégias eficazes de uso e ocupação do solo, a fim de mitigar esses impactos e promover a sustentabilidade ambiental na região.

É essencial adotar medidas de controle de erosão e de gestão das águas pluviais nessas regiões, como a implementação de práticas de conservação do solo e a construção de sistemas de drenagem adequados em regiões a jusante destas áreas. Essas áreas requerem uma abordagem especial no planejamento urbano, com a implementação de medidas de controle de inundação, como a construção de lagos de retenção, canais de desvio e áreas verdes de infiltração. Além disso, é importante garantir a preservação de áreas de recarga de aquíferos e a integridade dos sistemas naturais próximos para manter o equilíbrio hidrológico da região.

Ao adotar uma abordagem integrada que considera a conservação do solo, o manejo das águas pluviais e a proteção dos sistemas naturais, é possível promover a sustentabilidade e a qualidade de vida na região, minimizando os riscos de enchentes, erosão e degradação ambiental do Lago do Amor.

4.2.3 A urbanização do bairro Rita Vieira no período de 2021 a 2023.

O Bairro Rita Vieira, localizado na vertente esquerda do córrego Bandeira, tem um papel importante na dinâmica da área de influência da microbacia no Lago do Amor, seja como área fonte de transferência de sedimentos para o avanço acelerado do assoreamento do Lago do Amor, bem como aumentando o volume e/ou a velocidade do escoamento superficial, causando alagamentos pontuais e até o transbordamento do Lago do Amor.

Os resultados analisados no período de 2021 a 2023 demonstraram que, até o final de 2022, o bairro Rita Vieira era a principal área de transferência de sedimentos oriundos das ruas não pavimentadas para o Lago do Amor, contribuindo assim para o aceleração do processo de assoreamento do mesmo. Outra evidência demonstrada foi que, após os eventos de chuvas, as ruas não pavimentadas apresentavam problemas ambientais. Nas ruas perpendiculares ao curso d'água do córrego Bandeira, eram marcadas pelos processos erosivos tipo sulcos e ravinas causados pelos fluxos de escoamento concentrado das águas (enxurrada), enquanto as ruas paralelas acumulavam poças d'água. Assim, os problemas ambientais, tanto de erosão quanto de acumulação de água nas ruas, impediam a circulação parcial e/ou total da população, seja a pé ou mesmo de veículos, causando transtornos aos moradores do bairro (Figura 8, pag. 40).

Com a atuação do poder público municipal, em 2021 iniciou-se a pavimentação asfáltica das ruas remanescentes do bairro Rita Vieira, com término no final do ano de 2022. Desta forma, a ação municipal com a pavimentação asfáltica das ruas resolveu parcialmente

os problemas ambientais da microbacia do córrego Bandeira. Ao mesmo tempo que eliminou os problemas “rotineiros” do bairro Rita Vieira — as erosões e as concentrações de poças d'água nas ruas — houve consequentemente a diminuição da taxa de sedimentos carreados para o Lago do Amor. Esse fato foi verificado na diminuição gradativa da perda da área da superfície hídrica do lago frente ao processo de assoreamento (Figura 15, pag. 43)

Mas ao mesmo tempo, esse aumento da impermeabilização das ruas aumentou a velocidade dos fluxos concentrados do escoamento superficial e consequentemente o aumento da vazão do córrego Bandeira. Com isso surgiram pontos de alagamentos nas vias próximas ao curso d'água: Av. Dr. Olavo Vilella de Andrade (Rotatória da Coca-Cola), Rua Portuguesa (entre a UFMS e a Av. Sen Antônio Mendes Canale) e Av. Sen. Filinto Müller (Lago do Amor). Assim, o volume de água no lago ultrapassou a vazão nominal dos vertedouros instalados e, como consequência, ocorreram os transbordamentos do Lago do Amor em 2023 (Figura 16, pag. 45).

4.2.4 Eventos de chuvas e os reflexos no Lago do Amor (UFMS)

Ao analisarmos os resultados e os reflexos dos processos desencadeados no período de 2021 a 2023 na área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor, deparamos que houve um aumento de fluxos concentrados e aumento na velocidade no escoamento das águas superficiais as vias pavimentadas do bairro Rita Vieira.

Esse aumento do fluxo e velocidade das águas pluviais em direção ao curso d'água provocou um aumento de carga de vazão nos vertedouros do lago e consequentemente o transbordamento do Lago do Amor.

Assim, de um lado verificamos a redução da taxa de transferência de sedimentos para o Lago do Amor com a diminuição gradual da perda de área do espelho d'água do lago (Figura 15, pag. 43).

De outro lado, observamos nos dados do monitoramento durante o período de 2008 a 2022 pelo Laboratório Heros/UFMS, mostrou que a profundidade máxima do lago está localizada provavelmente no antigo canal do córrego Bandeira antes da construção do lago. Assim a redução de profundidade máxima foi progressiva de 4,89 m (2008) para 3,96 m (2022), os dados demostram que essa redução desacelerou gradativas durante os períodos monitorados (Figura 14, pag. 43).

Enquanto o comportamento dos fluxos de água pluviais que chegam ao Lago do Amor durante os eventos de chuvas classificados de chuva muito forte e de chuva extremamente forte, observamos que até 2022, esses eventos eram responsáveis principalmente na taxa de assoreamento da superfície hídrica do lago, onde os resultados mostraram uma perda progressiva de área do Lago do Amor, principalmente na área da desembocadura do córrego Bandeira.

Já em 2023, os mesmos eventos de chuvas evidenciaram uma nova dinâmica no comportamento dos fluxos de água, com uma diminuição da quantidade de sedimentos transportados para o lago. Em contrapartida, houve um aumento excepcional da vazão e da velocidade dos fluxos d'água em um curto espaço de tempo.

Esse grande volume de água alterou a dinâmica hídrica do Lago do Amor, o que provavelmente implicará na remodelação das áreas assoreadas. Ou seja, os sedimentos depositados nas margens (bordas) do lago poderão ser realocados para o fundo, resultando em uma estabilidade na área do espelho d'água e com isso uma mudança na configuração do fundo do lago, que até 2022, os dados do Laboratório Heros/UFMS mostravam uma deposição gradativa dos sedimentos da borda do lago no sentido do aterro (barragem), em forma de talude. Essa forma de deposição, identificada com a nova dinâmica hídrica, poderá impactar na homogeneização do fundo e com isso uma diminuição de profundidade do lago.

4.2.5 A Dinâmica do Escoamento Superficial da microbacia do córrego Bandeira e o transbordamento do Lago do Amor.

A dinâmica do escoamento superficial das águas pluviais da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor é influenciada diretamente aos eventos de chuvas concentrados, ou seja, com altos volumes, ou seja, taxas superiores a 40 mm de acumulado de chuvas em um período de uma hora.

Os resultados desses eventos analisados nos anos de 2021 e 2022, com volumes de chuvas entre 43,2 mm a 60,6 mm de acumulados em um período contínuo de uma hora, esses eventos foram responsáveis por fluxos concentrados de escoamento superficial, o papel do escoamento superficial nesse período foi de ocasionarem processos erosivos nas vias públicas – sem pavimentação asfáltica – e consequentemente o transporte de sedimentos para o Lago do Amor, mesmo com o alto volume de chuva registrado de 60,6 mm os vertedouros do lago foram suficiente para manter o fluxo de escoamento dentro do intervalo de controle, ou seja, entre a cota de espelho d'água e a cota máxima de inundação do lago, a

altura do aterro, sendo que neste período não foi registrado nenhum evento de transbordamento. Esse fato pode estar correlacionado diretamente as vias não impermeabilizadas (sem pavimentação asfáltica) e menor velocidade do escoamento das águas superficiais da área de influência da microbacia e consequentemente um maior tempo de concentração compatível com os valores calculado pela equação Kripich.

Enquanto no ano de 2023 com as obras finalizados de pavimentação asfáltica no bairro Rita Vieira localizado na vertente esquerda do córrego Bandeira e com a maior declividade, indicam uma mudança no comportamento da dinâmica hídrica aumentando a velocidade dos fluxos do escoamento superficial das águas durante os eventos de chuvas, e com isso uma redução do tempo de concentração e um aumento na vazão de entrada do lago que ultrapassou a capacidade de vazão dos vertedouros instalados refletido no transbordamento do Lago do Amor, esses fato também ficou evidenciado nos alagamentos das vias próximas ao Lago do Amor.

A princípio o transbordamento do Lago do Amor em 2023 foi associado a dois grandes eventos de chuvas com intensidade entre 72 e 79,20 mm de chuvas, mas algumas situações corroboram, com o fato do aumento da velocidade de fluxos do escoamento superficial e diminuição do tempo de concentração após a pavimentação asfáltica do bairro Rita Vieira: **(1)** os alagamentos das vias próximas do Lago do Amor, dentre elas a rotatória da coca cola; **(2)** a diminuição da perda de superfície do Lago do Amor por assoreamento com taxa 1,4%; e **(3)** o fato de que o Lago do Amor transbordou com evento de chuva com intensidade inferiores ao anos de 2021 e 2022, que foi registrado em 08/03/2023 com taxa de 47,8 mm de chuva em uma hora continua.

Nesse sentido, mediante o histórico dos problemas ambientais decorrentes da urbanização da microbacia do córrego Bandeira, ficou evidenciado que a ocupação das vertentes pela urbanização na região, os problemas iniciais estavam relacionados com a transferência de sedimentos para o Lago do Amor causando um processo intenso de assoreamento do mesmo, causados pelas vias de circulação do bairro Rita Vieira sem pavimentação asfáltica, com isso essas vias eram a principal fonte de fornecimento de sedimentos para o assoreamento do Lago do Amor, e com isso causando transtorno aos moradores com instalação de processos erosivos intensos nas ruas sentido ao curso d'água e outras vias com alagamento e formação de poças de águas após as chuvas.

4.2.6 As intervenções do Poder Público na microbacia do córrego Bandeira e na barragem do Lago do Amor.

Para mitigar os problemas recorrentes no bairro Rita Vieira, causados por eventos de chuvas, como o acúmulo de água nas ruas paralelas ao curso d'água e os processos erosivos nas ruas perpendiculares, foi realizada a pavimentação asfáltica sem um planejamento adequado. A obra foi executada na vertente esquerda do córrego Bandeira, a área com maior declividade da microbacia, o que agravou ainda mais os impactos das chuvas na região.

Por outro lado, essa forma do poder público solucionar problemas locais sem planejamento a curto e longo prazo, não demorou, as primeiras chuvas já desencadearam outros problemas ambientais tais como: alagamentos de vias próximos ao curso d'água e o transbordamento do Lago do Amor com eventos de chuva com média inferior a > 50 mm de chuva contínua em uma hora.

De maneira semelhante à solução adotada para o bairro Rita Vieira, o poder público, mais uma vez sem um planejamento adequado, recorreu a uma “obra emergencial” para tentar resolver o problema de transbordamento no Lago do Amor. Para isso, foi instalado um vertedouro de emergência, que deve ser sempre acionado manualmente em casos de chuvas intensas que possam causar o transbordamento do lago (Foto 2).

Foto 2: Vertedouro Emergencial instalado no Lago do Amor - 2023



Fonte: Morales, 2023 – **Foto:** Gerson Oliveira.

O que podemos levantar a hipótese, com o acionamento do vertedouro emergencial instalado no Lago do Amor durante eventos de chuvas concentrados, isso acarretará em um aumento significativo a vazão a jusante do lago, e com isso poderá acelerar o processo de assoreamento do curso d'água e possivelmente alagamento em pontos a jusante ao Lago do Amor, e isto causar transtorno a população que desloca e/ou reside naquela região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da morfometria da área de influência da microbacia do córrego Bandeira no Lago do Amor revelou que embora essa microbacia apresente uma forma irregular e alongada, o formato geométrico e os índices relacionados sugerem uma boa drenagem em condições normais de precipitação. A baixa densidade hidrográfica e a configuração de uma microbacia de 2ª ordem indicam uma reduzida tendência à ocorrência de inundações. No entanto, fatores como o relevo suave ondulado e a baixa sinuosidade do curso d'água principal favorecem a erosão e o escoamento superficial, especialmente durante eventos de chuva intensa.

As características topográficas da área, predominantemente plana e de suave ondulação, contribuem para a menor propensão a processos erosivos naturais. No entanto, a consolidação urbana na microbacia e a expansão no bairro Rita Vieira, principalmente após a pavimentação das vias tem resultado em um aumento da velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas e a redução do tempo de concentração dessas águas nos exutórios dos córregos e, conseqüentemente, impactando diretamente na hidrodinâmica do Lago do Amor.

As intervenções realizadas ao longo das décadas, como a pavimentação sem o devido planejamento, criaram uma nova dinâmica no escoamento superficial na área de estudo. De um lado, reduziram o aporte de sedimentos refletindo diretamente na diminuição da perda de área do espelho d'água por assoreamento; mas, do outro lado, aumentaram a vazão dos fluxos hídricos superficiais, o que resultou em alagamentos nas áreas próximas ao lago, modificando assim a dinâmica do Lago do Amor com o transbordamento de suas águas.

A instalação de um vertedouro de emergência no Lago do Amor foi uma tentativa de mitigar o transbordamento durante eventos de chuva forte. No entanto, essa solução emergencial, acionada manualmente, pode gerar novos problemas a jusante, como o aumento da vazão e, potencialmente, o agravamento do processo de assoreamento e o surgimento de novos pontos de alagamento.

Portanto, as intervenções realizadas, embora tenham aliviado alguns problemas imediatos, evidenciam a necessidade de um planejamento urbano mais eficaz e sustentável. As obras executadas sem uma visão sistêmica dos impactos ambientais acabaram gerando novos desafios. Portanto, a longo prazo, torna-se essencial que a gestão pública adote medidas preventivas, como sistemas de drenagem eficientes, conservação do solo,

preservação das áreas naturais e estratégias de controle de enchentes que considerem toda a dinâmica hidrológica da microbacia, garantindo a sustentabilidade ambiental da região e a preservação do Lago do Amor, assim como, assegurando melhores condições para a população local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SANTOS, N. C. L.; ORTEGA, J. C. G.; PELICICE, F. M. (2016). *Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management*. *Fisheries Research*; 173:26-36. 2016.
- ALVES, A. (2021). Tendo o Lago do Amor como vizinho de trabalho, José diz que seca “dá dó”. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 11/08/2021. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/tendo-o-lago-do-amor-como-vizinho-de-trabalho-jose-diz-que-seca-da-do>. Acesso em 21/04/2024.
- ALVES, T. L.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, M. T. (2014). **Análise morfométrica da microbacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri-PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico**. Revista de Geografia (UFPE) V. 31, No. 3, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Rennan/Documents/Artigo_Ary_S%C3%A9rvulo/Artigo_07_11_24/kennedy,+8.pdf>. Acesso em: 29/08/2024.
- ARAÚJO, L. A. (1999). **Perícia Ambiental em Ações Cíveis Públicas**. In: Avaliação e Perícia Ambiental. Orgs.: S.B. Cunha & A.J.T. Guerra, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 275-73, 1999.
- BERTHA, K. B.; CLAUDIO, A. G. E. (2006). **Brasil: uma potência regional na economia – mundo**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- BITENCOURT, E; e Bruno CHAVES, B. (2013). Urbanização e erosão assoream e podem acabar com Lago do Amor. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande – MS, 29/07/2013. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/urbanizacao-e-erosao-assoream-e-podem-acabar-com-lago-do-amor>. Acesso em 21/04/2024.
- BRANDÃO, A. M. P. M.; RUSSO, P. R. & FIALHO, E. S. (1999). **Impactos Pluviais e a atuação do poder público na Gestão Territorial da Cidade do Rio de Janeiro**. In: VII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, UFMG, Belo Horizonte – Minas Gerais, Anais, 1, pp. 70-1. 1999.
- BRASIL. (1997). Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, 1997.
- CÂMARA, J. (2023). Com obra parada há quase três meses, outra parte de calçada é levada por enxurrada no Lago do Amor; veja vídeo. **g1 MATO GROSSO DO SUL**, Campo Grande - MS, 31/03/2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2023/03/31/com-obra-parada-ha-quase-dois-meses-outra-parte-de-calcada-e-levada-por-enxurrada-no-lago-do-amor-veja-video.ghml>. Acessado em: 23/04/2024.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981). **Geomorfologia fluvial**. 1ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1981. 152p.
- COELHO, L. S. (2010). **Avaliação do estado trófico do reservatório Lago do Amor (Campo Grande, MS) através da aplicação de sensoriamento remoto**. 2010. 82 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.
- CUNHA, S.B. & GUERRA, A. J. T. (2001). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 6ª edição, 416 p, 2003.

Diário MS News, (2022). Vídeo: Lixo e ruas esburacadas no bairro Rita Vieira causam transtornos para população em Campo Grande. **Diário MS News**, Campo Grande - MS, 26/02/2022. Disponível em: <https://diariomsnews.com.br/noticias/destaques/lixo-e-ruas-esburacadas-no-bairro-rita-vieira-causam-transtornos-para-populacao-em-campo-grande/>.

Acesso em 21/04/2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1979). **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

FITZ, P. R. (2008). Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. (Org.). (2008). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 320p.

g1 MS. (2023). FOTOS: chuva causa alagamentos, abre cratera e queda de árvores em Campo Grande. **g1 MATO GROSSO DO SUL**, Campo Grande - MS, 07/02/2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2023/02/07/fotos-chuva-causa-alagamentos-abre-cratera-e-queda-de-arvores-em-campo-grande.ghtml>. Acesso em 21/04/2024.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (2010) **Geomorfologia e meio ambiente**. 9º ed. –

GURGEL, A. 2017. **Força de guerreiro**: num cenário espinhoso, natureza briga por espaço. [Internet], 26 ago. 2017. Disponível em: https://www.campograndenews.com.br/reportagens-especiais/forca_deguerreiro-num-cenario-espinhoso-natureza-briga-por-espaco. Acesso em: 01 de set. 2021.

IBGE. (2022). Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Campo Grande, MS. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html>. Acesso em: 28 mar. 2022.

IBGE. (2019). Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

KASPARY, N. (2023). Assoreado, Lago do Amor receberá novo vertedouro para reduzir transbordamentos. **CORREIO DO ESTADO**, Campo Grande - MS, 01/04/2023. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br/cidades/assoreado-lago-do-amor-recebera-novo-vertedouro-para-reduzir/413057/>. Acessado em: 1/04/2024.

LANNA, A. E. L. (1995). **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LAROCCA, A. G.; CARDOSO, C.; ANGELIS, B. L. D. (2017). **O Impacto da Ocupação de Fundo de Vales em Áreas Urbanas – Estudo de caso Lago Igapó Londrina –PR**. I Simpósio Brasileiro Online sobre Gestão Urbana, ANAP, 2017.

LIMA, W. de P. (1996). **Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USO, 1996.

LOPES, I. R. (2009). **Estudo da taxocenose filoplanctônica de uma pequena represa urbana autorizada, o Lago do Amor, com ênfase em interação com macrófitas aquáticas e o ciclo hidrológico**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2009.

MALDONADO, C. (2021). Com empreiteira definida, 22 ruas do Rita Vieira devem receber asfalto em agosto. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 10/06/2021. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/brasil/cidades/com-empreiteira-definida-22-ruas-do-rita-vieira-devem-receber-asfalto-em-agosto>. Acesso em 21/04/2024.

MARCONDES, M. J. A. (1999). **Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. 1 ed. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 1999 – (Coleção cidade aberta).

MARICATO, E. (2001). Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana. 1 ed. Petrópolis – RJ: Vozes, 2001.

MARTINI, G. (2021) Cratera aumenta em rua intransitável que já foi notícia no Rita Vieira. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 25/01/2021. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/direto-das-ruas/cratera-aumenta-em-rua-intransitavel-que-ja-foi-noticia-no-rita-vieira>. Acesso em 21/04/2024.

MAYMONE, G.; Gabriel NEVES, G. (2023). ‘A cada chuva, cai mais um pouco’: Cratera aumenta e atinge ciclovia em frente ao Lago do Amor. **MIDIAMAX**. Campo Grande – MS, 10/03/2023. Disponível em: <https://midiamax.uol.com.br/cotidiano/2023/a-cada-chuva-cai-mais-um-pouco-cratera-aumenta-e-atinge-ciclovias-em-frente-ao-lago-do-amor/>. Acessado em: 23/05/2024.

MORALES, S. (2023). Obra em frente ao Lago do Amor será concluída em 30 dias, afirma Prefeitura. **CORREIO DO ESTADO**, Campo Grande - MS, 09/11/2023. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br/cidades/obra-na-calcada-da-avenida-fillinto-muller-em-frente-ao-lago-do-amor/422399/>. Acesso em 03/08/2024.

MOREIRA, J. L. B. (2002) Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e em seu entorno. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: UFMG/IGC.

NETTO, A. (2023). Chuva nesta sexta-feira correspondeu a 82,3% do esperado para março. **CORREIO DO ESTADO**, Campo Grande - MS, 01/04/2023. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br/cidades/em-uma-noite-campo-grande-registra-9155-milimetros-de-chuvas-56-do-413056/>. Acesso em 21/04/2024.

OLIVEIRA, C. V. C. (2018). **Impactos ambientais por urbanização acelerada no Lago do Amor em Campo Grande/MS**. São Paulo, SP: Universidade Brasil. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, 2018.

OLIVEIRA, H.; OELKE, E.; ILIS, V. 2018. **Pesquisa UFMS indica que Lago do Amor vai desaparecer em 21 anos**. [Internet], 04 jul. 2017. Disponível em <http://www.primeiranoticia.ufms.br/noticias/estudo-alerta-para-risco-de-fim-dolago-do-amor/981>. Acesso em: 03 jul. 2018.

OLLIVER, N. (2023). Avenida vira extensão do Lago do Amor e cratera em ciclovia piora. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 31/03/2023. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/avenida-vira-extensao-do-lago-do-amor-e-cratera-em-ciclovias-piora>. Acessado em: 21/04/2024.

PAZ, D.; BARROS, M. (2023). Na rotatória da Interlagos, motoristas se arriscam em trecho alagado. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 04/01/2023. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/direto-das-ruas/na-rotatoria-da-avenida-interlagos-motoristas-se-arriscam-em-trecho-alagado>. Acesso em 21/04/2024.

PEIXOTO, M. N. O.; SILVA, T. M. & MOURA, J. R. S. (1997). **Reflexões sobre as perspectivas metodológicas em geografia física**. Revista de Pós-Graduação, Departamento de Geografia da UFRJ, ano I, vol. 1, pp. 363-78, 1997.

PERES, P. (2023). VÍDEO: Lago do Amor volta a transbordar e alaga pista já interditada por danos da chuva.. **MIDIAMAX**, Campo Grande – MS, 04/01/2023. Disponível em: <https://midiamax.uol.com.br/cotidiano/2023/lago-do-amor-transborda-e-passarela-cai-pelo-alto-volume-de-chuva-trecho-esta-em-alerta-de-perigo/>. Acessado em: 21/04/2024.

PERES, P.; CAMPOS, K. (2023). Temporal faz Lago do Amor transbordar e derruba passarela em Campo Grande. **MIDIAMAX**, Campo Grande – MS, 04/01/2023. Disponível em: <https://midiamax.uol.com.br/cotidiano/2023/lago-do-amor-transborda-e-passarela-cai-pelo-alto-volume-de-chuva-trecho-esta-em-alerta-de-perigo/>. Acessado em: 21/04/2024.

PITALUGA, G. M. (2003). **Estudo comparativo entre a qualidade da água e a comunidade zooplanctônica da represa do Lago do Amor**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2003.

PLANURB. **Relatório de Avaliação Ambiental (RAA). Programa de Desenvolvimento Integrado e Qualificação Urbana de Campo Grande/MS – Viva Campo Grande**. 2011. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/planurb/downloads?categoria=36>. Acesso em: 29/06/2024.

PORTO GONÇALVES, C. W. (2006). **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 625p., 2006.

RIBEIRO, E. (2022). Ruas do Rita Vieira ficam intransitáveis durante chuvas em Campo Grande (vídeo). **topmídia NEWS**, Campo Grande - MS, 26/02/2022. Disponível em: <https://www.topmidianews.com.br/campo-grande/ruas-do-rita-vieira-ficam-intransitaveis-durante-chuvas-em-campo/160195/>. Acesso em 21/04/2024.

RIBEIRO, L. (2019). Sem asfalto, rua vira lagoa após chuva no Rita Vieira. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande - MS, 30/01/2019. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/sem-asfalto-rua-vira-lagoa-apos-chuva-no-rita-vieira>. Acesso em 21/04/2024.

ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. de J. M. (2001). **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria/RS: Edições. UFSM, 2001.

ROSS, J. L. S. (2008). **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o planejamento ambiental**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos. 2008. p.55.

SANTOS, R. S. (2004). **Planejamento Ambiental. Teoria e prática**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 23 p. 43.

SATO, S. E.; LUPINACCI, C. M. (2019). **Mapeamento Geomorfológico de detalhe**. In: SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Org). A cartografia geomorfológica como instrumento para planejamento. Pelotas: Editora UFPel, 2019, p. 13-21. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334126340_Cartografia_geomorfolologica_como_instrumento_para_o_planejamento> Acesso em: 10/8/2024

SOBRINHO, T. A. (2017) **O Lago do Amor em questão**. Grupo HEroS: hidrologia erosão e sedimento. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS),

2017. Disponível em: <http://heros.sites.ufms.br/files/2016/08/LAGO-DO-AMOR-em-QUESTOES.pdf>. Acesso em: 01/9/2024.

STRAHLER, A. (1952). N. *Dynamic basis of Geomorphology*. Geol. Soc. American Bulletin, 63, pp. 923- 938. 1952.

TAVARES, G. (2023). Passarela do Lago do Amor não resiste às chuvas e desaba. **CAMPO GRANDE NEWS**, Campo Grande – MS, 04/01/2023. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/passarela-do-lago-do-amor-nao-resiste-as-chuvas-e-desaba>. Acessado em: 21/04/2024.

TUCCI, C. E. M. (1995). **Inundações urbanas**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. & BARROS, M. T. (orgs). Drenagem urbana. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pp. 15-36. 1995.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. (2011). **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUNDISI, J.; SCHIEL, D. (2003). **A Bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de ciências, geografia e educação ambiental**. In: SCHIEL, D. et al. (Orgs.). O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental. São Carlos: RIMA, p. 3-8, 2003.

VILLELA, S. M., MATTOS, A. (1975). **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.