

DANILA SOARES CAIXETA

ELIANA FREIRE GASPAR DE CARVALHO DORES

(Organizadores)

IMPACTOS AMBIENTAIS DA OCUPAÇÃO URBANA NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA, EM VÁRZEA GRANDE - MT



**IMPACTOS AMBIENTAIS DA OCUPAÇÃO URBANA NA MICROBACIA DO
CÓRREGO DA MANGA, EM VÁRZEA GRANDE - MT**



**Ministério da Educação
Universidade Federal de Mato Grosso**

Reitora

Marluce Aparecida Souza e Silva

Vice-Reitor

Silvano Macedo Galvão

Coordenador da Editora Universitária

Osvaldo Rodrigues Junior

Supervisor Técnico

Lucas Miguel Ribeiro de Castro

Conselho Editorial



Membros

Ana Claudia Pereira Rubio (Presidente - EdUFMT)
Ana Claudia Dantas da Costa (FAGEO - Campus Cuiabá)
Caiubi Emanuel Souza Kuhn (FAENG - Campus de Várzea Grande)
Carla Gabriela Wunsch (FAEN - Campus Cuiabá)
Cassia Regina Primila Cardoso (ICS - Campus de Sinop)
Cassiano Spaziani Pereira (ICAA - Campus de Sinop)
Edvaldo Correa Sotana (IGHD - Campus Cuiabá)
Elisângela Clarete Camili (FAAZ - Campus Cuiabá)
Elisete Duarte (ISC - Campus Cuiabá)
Evaldo Martins Pires (ICNHS - Campus de Sinop)
Evando Carlos Moreira (FEF - Campus Cuiabá)
Felipe Rodolfo de Carvalho (IHGMT - Campus Cuiabá)
Frederico Jorge Saad Guirra (ICBS - Campus do Araguaia)
Graziele Borges de Oliveira Pena (ICET - Campus do Araguaia)
Irapuan Noce Brazil (IC - Campus Cuiabá)
Jorge Luis Rodriguez Perez (FANUT - Campus Cuiabá)
Kássia Winny Silva (APG - Campus Cuiabá)
Léia de Souza Oliveira (SINTUF - Campus Cuiabá)
Leonardo Pinto de Almeida (IL - Campus Cuiabá)
Luís Antonio Bitante Fernandes (ICHS - Campus do Araguaia)
Mamadou Lamarana Bari (FE - Campus Cuiabá)
Manoel Santinho Rodrigues Júnior (FAET - Campus Cuiabá)
Marcos de Almeida Souza (FAVET - Campus Cuiabá)
Maria Corette Pasa (IB - Campus Cuiabá)
Monica Campos da Silva (FACC - Campus Cuiabá)
Neudson Johnson Martinho (FM - Campus Cuiabá)
Ozerina Victor de Oliveira (IE - Campus Cuiabá)
Priscila Stella Nogueira Munhoz (APG - Campus Cuiabá)
Rodolfo Sebastião Estupinan Allan (ICET - Campus Cuiabá)
Rodrigo Marcos de Jesus (ICHS - Campus Cuiabá)
Romildo Jerônimo Ramos (IF - Campus Cuiabá)
Saul Duarte Tibaldi (FD - Campus Cuiabá)
Teresinha Rodrigues Prada Soares (FCA - Campus Cuiabá)
Zenésio Finger (FENF - Campus Cuiabá)

DANILA SOARES CAIXETA
ELIANA FREIRE GASPAR DE CARVALHO DORES
(Organizadores)

IMPACTOS AMBIENTAIS DA OCUPAÇÃO URBANA NA MICROBACIA DO
CÓRREGO DA MANGA, EM VÁRZEA GRANDE - MT



Cuiabá, MT
2026

Copyright © Danila Soares Caixeta & Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dorés 2026.

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

A EdUFMT segue o acordo ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil, desde 2009.

A aceitação das alterações textuais e de normalização bibliográfica sugeridas pelo revisor é uma decisão do autor/organizador.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

134
Impactos Ambientais da Ocupação Urbana na Microbacia do Córrego da Manga, em Várzea Grande - MT [recurso eletrônico] / Organizadores: Danila Soares Caixeta, Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dorés. -- Cuiabá-MT: EdUFMT Digital, 2026. 214 p.
ISBN 978-85-327-0011-7
1. Impactos Ambientais. 2. Microbacia do Córrego da Manga – Várzea Grande – MT. 3. Método VERAH. 4. Vegetação. 5. Erosão. 6. Resíduos. 7. Água. 8. Habitação. 9. Diagnóstico Ambiental. I. Caixeta, Danila Soares. II. Dorés, Eliana Freire Gaspar de Carvalho.
CDU 504

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Douglas Rios (CRB1/1610)

Coordenador da EdUFMT: Osvaldo Rodrigues Junior

Supervisão Técnica: Lucas Miguel Ribeiro de Castro

Revisão Textual e Normalização: Íngrid Lemos de Castro

Diagramação & Projeto Gráfico: Kenny Kendy Kawaguchi



Editora da Universidade Federal de Mato Grosso
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2.367
Boa Esperança. CEP: 78.060 - 900 - Cuiabá, MT.
Contato: www.edufmt.com.br
Fone: (65) 3313-7155



Os autores agradecem ao setor de Meio Ambiente da Concessionária do Aeroporto Internacional Marechal Rondon, Centro-Oeste Airports (COA) e Prefeitura Municipal de Várzea Grande, pelo apoio nas coletas de dados. Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Mato Grosso, pelo financiamento da obra.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
1 VERAH: VEGETAÇÃO, EROSÃO, RESÍDUO, ÁGUA E HABITAÇÃO	14
1.1 Método VERAH	14
1.2 VEGETAÇÃO	15
1.2.1 Arcabouço Legal	15
1.3 EROSÃO	17
1.4 RESÍDUOS SÓLIDOS	24
1.4.1 Resíduos sólidos no Brasil	26
1.4.2 Resíduos sólidos da construção civil	26
1.4.3 Problemática dos resíduos sólidos urbanos (Bolsões de resíduos sólidos e seus impactos nos recursos hídricos)	27
1.4.4 Estudo de casos de resíduos sólidos em microbacias na região metropolitana de Cuiabá	28
1.5 ÁGUA	28
1.5.1 O ciclo hidrológico	29
1.5.2 Ocupações e planejamento urbano	29
1.5.3 Instrumentos para proteção das águas	30
1.5.4 Parâmetros de qualidade de água	31
1.6 HABITAÇÃO	41
1.6.1 Legislações referentes às habitações	41
1.6.2 Classificações das habitações	42
1.6.3 Impactos decorrentes do processo habitacional	42
1.7 REFERÊNCIAS	43

2 MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA	53
2.1 Descrição da microbacia do córrego da Manga	53
2.2 REFERÊNCIAS	56
3 VEGETAÇÃO	57
3.1 Caracterização da vegetação	58
3.1.1 Pontos de caracterização da vegetação	58
3.1.2 Inventário da vegetação	59
3.2 A vegetação na microbacia do córrego da Manga	59
3.2.1 Ponto 1	60
3.2.2 Ponto 2	62
3.2.3 Ponto 3	63
3.2.4 Ponto 4	65
3.2.5 Ponto 5	66
3.2.6 Ponto 6	67
3.2.7 Ponto 7	69
3.2.8 Ponto 8	70
3.3 REFERÊNCIAS	73
4 EROSÃO	76
4.1 Procedimentos de caracterização da erosão	76
4.1.1 Parâmetros físicos da microbacia	77
4.1.2 Bases de dados	77
4.1.3 Feições geomórficas urbanas	78
4.1.4 Levantamento de campo e coleta de amostras	78
4.1.5 Análise das amostras em laboratório	80

4.1.6 Determinação da erodibilidade	81
4.2 Caracterização dos processos erosivos	83
4.2.1 Distribuição das feições erosivas	86
4.2.2 Erodibilidade do solo e susceptibilidade à erosão	93
4.3 REFERÊNCIAS	104
5 RESÍDUOS	110
5.1 Procedimentos metodológicos para o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos	111
5.1.1 Gerenciamento dos RSU na microbacia	111
5.1.2 Caracterização dos bolsões de RSU na microbacia	112
5.1.3 Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de resíduos da construção civil (RCC)	113
5.1.4 Aplicação de indicadores de sustentabilidade pressão-estado-impactos-resposta (PEIR) no gerenciamento de resíduos sólidos na microbacia	116
5.1.5 Coleta e análise do solo na microbacia do córrego da Manga	119
5.1.6 Avaliação dos problemas e recomendações para o gerenciamento dos RSU	121
5.2 Diagnóstico do Gerenciamento dos resíduos sólidos	121
5.2.1 Diagnóstico do manejo dos resíduos sólidos urbanos	121
5.2.2 Identificação dos bolsões de resíduos	124
5.2.3 Resíduos da construção civil (RCC)	128
5.2.4 Riscos de impactos ambientais provenientes da deposição irregular de resíduos da construção civil (RCC) na microbacia	130
5.2.5 Resultados da aplicação de indicadores de sustentabilidade pressão-estado-impactos-resposta (PEIR) no gerenciamento de resíduos sólidos na microbacia	131
5.2.6 Resultados das análises dos solos na microbacia do córrego da Manga	133
5.3 REFERÊNCIAS	134

6 ÁGUA	137
6.1 Parâmetros utilizados para caracterização da água	137
6.1.1 Área de estudo	138
6.1.2 Uso e ocupação do solo	139
6.1.3 Pontos amostrais	141
6.1.4 Coleta das amostras	141
6.1.5 Análise da qualidade da água em campo	141
6.1.6 Análise da qualidade da água em laboratório	142
6.1.7 Índice de qualidade das águas (IQA)	142
6.1.8 Índice do estado trófico (IET)	145
6.2 Características físicas, químicas e microbiológicas da água	146
6.2.1 Temperatura	146
6.2.2 Nitrogênio total	147
6.2.3 Demanda química de oxigênio	149
6.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio	150
6.2.5 Oxigênio dissolvido	151
6.2.6 Nitrato	153
6.2.7 Fluoreto	154
6.2.8 Fosfato	154
6.2.9 Sulfato	156
6.2.10 Cloreto	157
6.2.11 Sólidos dissolvidos totais	158
6.2.12 Turbidez	159
6.2.13 Condutividade elétrica	160
6.2.14 Fósforo total	161

6.2.15 Índice de estado trófico	162
6.2.16 Índice de qualidade da água	163
6.2.17 Coliformes totais	164
6.2.18 <i>Escherichia coli</i>	165
6.2.19 Mapa de uso e ocupação do solo	166
6.3 REFERÊNCIAS	169
7 HABITAÇÃO	173
7.1 Estratégias para diagnóstico dos impactos das habitações na microbacia	173
7.1.1 Aspectos analisados	173
7.1.2 Levantamento de dados secundários	174
7.2 Diagnóstico do processo habitacional	175
7.2.1 Local de estudo	175
7.2.2 Análise espacial da microbacia	177
7.2.3 Área permeável da microbacia	180
7.2.4 Dados habitacionais	184
7.2.5 Áreas de lazer da microbacia	185
7.2.6 Abastecimento de água na microbacia	186
7.2.7 Esgotamento sanitário na microbacia	188
7.2.8 Drenagem urbana na microbacia	191
7.2.9 Resíduos sólidos	192
7.2.10 Análise perceptiva da microbacia	195
7.3 REFERÊNCIAS	201
8 QUADRO SÍNTESE: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA, VÁRZEA GRANDE MT	203
SOBRE AS ORGANIZADORAS & AUTORES	204

Apresentação

A obra, Impactos Ambientais da Ocupação Urbana na Microbacia do Córrego da Manga, em Várzea Grande - MT, refere-se a um compilado de estudos, nos quais foi feita a identificação de impactos ambientais na microbacia do córrego da Manga, decorrentes do processo habitacional.

O manuscrito foi desenvolvido pelos mestrandos e professores/pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte da Disciplina de Estudos Integrados em Bacias Hidrográficas, com apoio do setor de Meio Ambiente, da Concessionária do Aeroporto Internacional Marechal Rondon, Centro-Oeste Airports (COA) e Prefeitura Municipal de Várzea Grande.

O estudo desenvolvido na microbacia do córrego da Manga teve como eixo principal a aplicação do método VERAH, que consiste no diagnóstico ambiental da microbacia pela avaliação dos temas Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação.

A obra está organizada em oito capítulos, com a seguinte sequência:

- Capítulo 1 - VERAH: vegetação, erosão, resíduo, água e habitação
- Capítulo 2 - Área de estudo: microbacia do córrego da Manga, no município de Várzea Grande – MT
- Capítulo 3 - Vegetação
- Capítulo 4 - Erosão
- Capítulo 5 - Resíduos
- Capítulo 6 - Água
- Capítulo 7 - Habitação
- Capítulo 8 - Quadro Síntese – Diagnóstico Ambiental da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande MT

No capítulo 1, é apresentada uma abordagem teórica, sobre as temáticas do método empírico VERAH: vegetação, erosão, resíduos, água e habitação. No capítulo 2, está exposta uma breve descrição da microbacia do córrego da Manga. Dos capítulos 3 ao 7, são mostrados os diagnósticos ambientais, com ênfase nos impactos ocasionados pelo processo habitacional, englobando os 5 grupos temáticos (vegetação, erosão, resíduos, água e habitação, respectivamente). No capítulo 8, é exibido o quadro síntese, o qual contempla o diagnóstico, a problemática e as recomendações.

Impactos ambientais da ocupação urbana na microbacia do córrego da Manga, em Várzea Grande - MT é um livro destinado tanto a estudantes iniciantes, como profissionais experientes, pois traz uma combinação de princípios e detalhes, que podem subsidiar informações para a tomadas de decisões por órgãos públicos e privados, bem como envolvimento da comunidade, para melhorias do local, visto ser uma importante microbacia para o município de Várzea Grande - MT.

1 VERAH: VEGETAÇÃO, EROSÃO, RESÍDUO, ÁGUA E HABITAÇÃO

Danila Soares Caixeta et al.

1.1 Método VERAH

No ano de 2008, Antônio Manoel dos Santos Oliveira criou o método VERAH, que tem como principal objetivo realizar diagnósticos ambientais aplicando as temáticas: Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação (Oliveira, 2016). Por meio desse método, é possível realizar um diagnóstico, detectar as problemáticas e ainda propor ações mitigadoras ou, até mesmo, eliminar os problemas previstos, no entanto, para tal, se faz necessário o apoio de uma equipe multidisciplinar, para que as propostas tenham êxito.

O método tem sido amplamente utilizado, por universidades e escolas públicas e privadas, dentre outros setores, distribuídos em todo o território nacional. A sua primeira aplicação ocorreu no ano de 2004, com o curso de formação continuada para professores da Rede Estadual, em Guarulhos, ganhando notoriedade ao longo dos anos e, em 2007, o método foi implantado no Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, na disciplina de Estudos Integrados em Bacias Hidrográficas (Nunes, 2017), sendo empregado nos municípios de Chapada dos Guimarães, Santo Antônio de Leverger, Jangada, Várzea Grande, Poconé, dentre outros.

A aplicabilidade das temáticas (Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação) é ferramenta imprescindível para realização de um bom diagnóstico ambiental de microbacias, pelas possibilidades de desenvolvimento de atividades práticas *in loco*, bem como realização de uma abordagem mais teórica.

Nesse sentido, aqui expandiremos esse conhecimento, com a abordagem de definições e caracterização de conceitos, que possam subsidiar informações importantes para compreensão de cada temática.

1.2 VEGETAÇÃO

1.2.1 Arcabouço Legal

A “APP - Área de Preservação Permanente” é uma expressão utilizada em função de sua principal característica, que é ser um espaço territorial onde sua vegetação deve estar presente de maneira permanente, sua vegetação nativa ou não e a própria área são objetos de preservação por suas funções protetoras da água e do solo.

Segundo o Código Florestal Brasileiro, Artigo 30, parágrafo II, estabelecido pela Lei n.º 12.651/2012, a APP:

[...] II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

O Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Várzea Grande, Lei n.º 3.112, de 13 de dezembro de 2007, institui o plano diretor do município de Várzea Grande e dá outras providências (Brasil, 2007). No Artigo 12, não se utiliza a expressão “APP”, mas Zonas de Proteção Ambiental (ZPA), que são áreas protegidas por instrumentos legais diversos devido à existência de suscetibilidade do meio a riscos relevantes.

Artigo 12 - A Zona de Conservação e Preservação Ambiental - ZCP, correspondendo às áreas urbanas que guardam características naturais,

ambientais e cênicas relevantes, subdividindo-se em: I - Zona de Conservação e Preservação Ambiental 1 - ZCP 1, destinada à conservação do meio ambiente e voltada à proteção dos recursos naturais, com uso racional e sustentável; e II - Zona de Conservação e Preservação Ambiental 2 - ZCP 2, destinada à preservação da natureza, evitando-se interferências humanas.

Dentro do perímetro urbano, encontra-se a Zona de Proteção do Aeroporto – ZPA (ARTIGO 14), onde está constituída a Área do Aeroporto Internacional Marechal Cândido Rondon e seu entorno, tendo seu uso e ocupação definidos em Plano de Ocupação, elaborado a partir de diretrizes emitidas pela Prefeitura e aprovado mediante decreto do Poder Executivo.

A Lei Municipal Complementar n.º 4.695/2021, no Artigo 21, institui as diretrizes da política de meio ambiente municipal, onde proíbe a ocupação ou utilização inadequada das Áreas de Preservação Permanente, nos limites estabelecidos pela Lei Nacional n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, bem como adoção das medidas necessárias à recomposição da vegetação, quando for o caso; e identificar as áreas degradadas ou sem implementação adequada de ações para recuperação ambiental, com indicação das responsabilidades e medidas legais cabíveis.

O Artigo 28, determina que, dentro das Macrozonas Rurais e Urbanas, a ocupação do solo na faixa marginal de cursos d'água natural e nascentes deverá respeitar as Áreas de Preservação Permanente – APP, conforme definido pela Lei Nacional n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Ainda em seu parágrafo único, explicita que “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental”, como previsto na Lei Nacional n.º 12.651, de 25 de maio de 2012.

1.3 EROSÃO

Nas últimas décadas, a população humana multiplicou-se, aumentando a pressão para a produção de alimentos e energia alternativa com fontes vegetais em vez de petróleo, e, com isso, a agricultura avança com base na necessidade do aumento na produtividade. Portanto as práticas desordenadas para o uso e ocupação no solo, juntamente com as precipitações e declividades, agravam as erosões dos solos (Ferreira *et al.*, 2022).

O solo é um recurso não renovável muito importante para os processos culturais, sociais e econômicos, cujo uso excessivo e desregulado pode levar à erosão, abrasão ou decomposição da superfície, influenciados por fatores físicos ou químicos, com ou sem pessoas envolvidas ativamente, e constituem um dos mais graves problemas da física do solo, química e qualidade biológica (De Souza *et al.*, 2015).

A erosão pode ser geológica quando envolve um processo lento e gradual, ou acelerada, causada pelas atividades humanas, acarretando rápida destruição ou danos aos solos (Politano; Pissarra, 2005).

A textura do solo afeta a erosão, atingindo o solo em seus processos de decomposição e transporte, portanto, devido ao tamanho maior, os grãos de areia resistem ao transporte, enquanto os solos de textura fina se desagregam e são transportados com mais facilidade. Outro fator importante relacionado à erosão é a vegetação, que ajuda a preservar o solo e suas propriedades, protegendo-o por meio da interceptação das gotas de chuva, evitando erosão, deslizamentos e assoreamento (Montebelo *et al.*, 2005).

Por outro lado, no amplo fundo do vale, há o aparecimento de solos com textura mais argilosa, drenagem incipiente, baixa fertilidade natural, suscetibilidade moderada a alta e severa restrição à erosão laminar e linear (sulcos e ravinas) (Dantas *et al.*, 2006).

O processo erosivo pode ser analisado como uma forma geral do processo de desintegração e remoção de partículas de solo ou fragmentos e partículas de rocha, bem como a ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e organismos (Farias *et al.*, 2013).

Desse modo, a erosão ocorre devido a ação da chuva, e mais especificamente, o impacto das gotas de água no solo, o chamado efeito “*splash*”, que provoca um processo denominado erosão hídrica (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

Conforme Lepsch *et al.* (2015), a erosão hídrica: “é o desgaste natural do solo pela ação da chuva, que se acelera quando a água encontra o solo desprotegido de vegetação”, daí surge destaque às formas erosivas, à erosão laminar e à erosão de sulcos, sendo as mesmas caracterizadas conforme a seguir:

Erosão laminar:

1 – LIGEIRA: quando já aparente, mas com menos de 25% do solo superficial (horizonte A) removido; quando não for possível identificar a profundidade usual do horizonte A de um solo virgem; mais de 15 cm do solo superficial (horizonte A) remanescente.

2 – MODERADA: com 25 a 75% do solo superficial (horizonte A) removido ou; quando não for possível identificar a profundidade usual do horizonte A de um solo virgem; 5 a 15 cm do solo superficial (horizonte A) remanescente.

3 – SEVERA: com mais de 75% do solo superficial (horizonte A) removido ou; possivelmente horizonte B já aflorando; quando não for possível identificar a profundidade usual do horizonte A de um solo virgem; menor de 5 cm do solo superficial (horizonte A) remanescente.

4 - MUITO SEVERA: com todo solo superficial (horizonte A) removido ou; com

o horizonte B bastante interferido (erodido); removido em proporções entre 25 a 75% da profundidade original.

5- EXTREMAMENTE SEVERA: com o horizonte B, em maior parte, removido; com o horizonte C atingido.

6 - ÁREAS DESBARRANCADAS OU TRANSLOCAÇÕES DE BLOCOS: área erodida delimitada por linha preta pontilhada.

Erosão em sulcos:

a) Frequência

7 – OCASIONAIS: sulcos distanciados em mais de 30 m.

8 – FREQUENTES: sulcos a menos de 30 m de distância entre si, mas ocupando área inferior a 75% da superfície do terreno.

9 - MUITO FREQUENTES: sulcos a menos de 30 m de distância entre si, ocupando área superior a 75%.

b) Profundidade

SUPERFICIAIS: podem ser cruzados por máquinas agrícolas e que se desfazem com o preparo do solo.

RASOS: podem ser cruzados por máquinas agrícolas, mas não se desfazem com o preparo do solo.

PROFUNDOS: não podem ser cruzados por máquinas agrícolas e que ainda não atingiram o horizonte C.

MUITO PROFUNDOS: não podem ser cruzados por máquinas agrícolas e que já atingiram o horizonte C, denominados VOÇOROCAS.

Havendo também proeminência, a erosão eólica é causada por ventos fortes e rápidos que removem partículas do solo, e geralmente ocorre em áreas quase planas com pouca chuva, cobertura vegetal escassa e ventos fortes (Lepsch *et al.*, 2015).

Embora o processo erosivo causado pelas chuvas e ventos tenha grande relevância em toda a superfície, é importante ressaltar que nas regiões tropicais é devido à concentração de intempéries em determinadas estações e ao uso agrícola ou urbano do solo (Francisco; Santos; Brito, 2022).

O planejamento na utilização dos solos em áreas urbanas é uma das tarefas mais difíceis para os gestores, pois exige análise de fatores humanos, econômicos, ambientais e diversos problemas que precisam ser enfrentados, incluindo a erosão existente em áreas urbanas, problema comum a muitas cidades do Brasil, e pode constituir uma população propícia a riscos de vulnerabilidade socioeconômica (Guedes; Viegas; Aguiar, 2022).

A erosão é facilmente acelerada pelas atividades humanas e pode ser entendida como o processo de degradação do solo devido a fatores naturais, como chuvas, cobertura vegetal, topografia e tipo de solo (Guedes; Viegas; Aguiar, 2022).

O principal fato desse fenômeno é a maior ou menor resistência do solo à ação da água, o que afeta o potencial de erodibilidade, definido como propriedades do solo que representam a vulnerabilidade do solo ao desenvolvimento de processos erosivos (Santos *et al.*, 2009).

Portanto, pesquisas são necessárias para elucidar o impacto da sustentabilidade ambiental e fornecer a base para o planejamento de conservação de uso da terra. Desse modo, Bertoni e Lombardi (1985) e IPT (2002) classificam a erodibilidade dos solos brasileiros, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Classes de erodibilidade adaptado de Bertoni e Lombardi (1985)

Classes de Erodibilidade	Classes Pedológicas
1 – Muito erodível	Neossolo Litólico Neossolo Quartzarênico Neossolo Flúvico Neossolo Regolítico Argissolo Plintossolo Cambissolo Espodossolo Vertissolo
2 – Moderadamente erodível	Chernossolo Luvissolo Alissolo Nitossolo
3 – Pouco erodível	Latossolo Gleissolo e Organossolo em áreas aplainadas e alagadiças

Fonte: Bertoni e Lombardi (1985).

O IPT (1990) define cinco níveis de sensibilidade para a erosão laminar em que o potencial e as restrições de uso e ocupação do solo em áreas rurais são ajustados para acomodar o desenvolvimento agrícola, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Critério adotado na determinação das classes de suscetibilidade à erosão laminar

Erodibilidade	Declividade (%)				
	<3	3-6	6-12	12-20	>20
1	III	II	II	I	I
2	V	IV	III	II	I
3	V	V	IV	IV	III

Fonte: Adaptado IPT (1990).

A partir do enquadramento no Quadro 2, são descritas as principais características das categorias suscetíveis à erosão laminar, enfatizando seu potencial e condicionantes de uso e ocupação do solo, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das características das classes suscetíveis à erosão laminar

Classe	Descrição
I – Extremamente suscetível	Correspondem a terrenos que apresentam problemas complexos da conservação, indicados para a preservação ou para reflorestamento.
II – Muito suscetível	Corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens e culturas perenes, mas exigindo práticas conservacionistas intensivas mecanizadas, sendo mais apropriados para reflorestamentos.
III – Moderadamente suscetível	Corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, sendo favoráveis a ocupação por pastagens e culturas perenes, e parcialmente indicados à culturas anuais, mas exigindo práticas conservacionistas intensivas mecanizadas.
IV – Pouco suscetível	Corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, sendo favorável a ocupação por pastagens, culturas perenes, e culturas anuais, mas exigindo práticas conservacionistas intensivas mecanizadas.
V – Pouco a não suscetível	Corresponde a terrenos sem problemas complexos de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura, com práticas simples, não mecanizadas de conservação.

Fonte: IPT (1990).

A suscetibilidade à erosão linear (sulcos, ravinas e boçorocas) é baseada em propriedades hidráulicas dos materiais na zona de infiltração de águas superficiais e subsuperficiais, e nas propriedades dos gradientes hidráulicos. Essas características são baseadas em cobertura do solo e matriz rochosa, exceto que os métodos se estendem às encostas como

um todo, entendendo os diferentes materiais que o compõem e suas características imediatas e indiretamente relacionadas ao curso d'água (Ramos, 2012).

A determinação de áreas relativamente homogêneas por intermédio da análise integrada da paisagem, é possível obter a configuração de hipóteses sobre o tipo de erosão por meio de vertentes e a determinação de diferentes classes de suscetibilidade ao desenvolvimento de erosões lineares na forma de sulcos, ravinas e boçorocas, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Descrição de suscetibilidades das classes à erosão linear de acordo com as características hidráulicas

Classe	Descrição
I – Extremamente suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas	Áreas favoráveis à instalação de fenômenos de <i>piping</i> (erosão interna), onde os processos de boçorocamento desenvolvem logo após a destruição da cobertura vegetal natural, independentemente das formas de ocupação. Em geral, essas áreas situam-se em nascentes, fundo de vales e cabeceiras de cursos d'água, e em setores da vertente que apresentam nível d'água do aquífero freático subflorante, passíveis de desenvolver sulcos e ravinas com o simples desmatamento que, ao interceptar o nível d'água subterrâneo dá origem ao fenômeno de <i>piping</i> .
II – Muito suscetível a sulcos e ravinas e pouco suscetível a voçorocas	São áreas favoráveis à concentração do fluxo d'água, onde os processos de ravinamento se desenvolvem em função da ocupação do solo, a partir de pequena concentração das águas de escoamento superficial. Fenômenos de <i>piping</i> condicionado ao desenvolvimento de boçorocas, somente são observados quando as ravinas se aprofundam, interceptando o aquífero freático.
III – Moderadamente suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas	São áreas de dispersão de fluxos d'água bem drenadas, e com elevadas permeabilidades, até grandes profundidades, facilitando a infiltração das águas de chuva. Os processos erosivos por ravinamento ocorrem condicionados a grandes concentrações das águas de escoamento superficial, devido a determinadas formas de ocupação que favorecem a sua condução (ruas, trilhas, estradas). Fenômenos de <i>piping</i> , desenvolvendo boçorocas, somente manifestam-se quando o aprofundamento das ravinas intercepta o aquífero freático, que geralmente ocorre em profundidade relativamente grande.
IV – Suscetível a ravinas e não suscetível a boçorocas	São áreas favoráveis à concentração dos fluxos d'água, contudo, a cobertura pedológica apresenta profundidade relativamente pequena, ou presença de camada subsuperficial resistente ao aprofundamento das ravinas impedindo a interceptação de aquífero freático eventualmente existente.
V – Não suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas	São áreas de agradação (deposição de sedimentos no leito de cursos d'água), constituídas por terrenos aplainados, impossibilitando o escoamento das águas superficiais, mesmo quando submetidos a diferentes formas de ocupação, e que apresentam gradientes subterrâneos muito baixos, incapazes de gerar fenômeno de <i>piping</i> .

Fonte: IPT (1990).

A identificação das características morfológicas das bacias hidrográficas é um procedimento prioritário para a análise hidrológica ou ambiental, visando o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (Teodoro *et al.*, 2007). As informações geradas podem subsidiar o processo de planejamento integrado desses territórios e unidades de gestão de recursos hídricos (Soares *et al.*, 2016).

A análise morfométrica pode ter diferentes aplicações disponíveis para gestão hidrológica de bacias hidrográficas, tais como: identificar alterações ambientais (Alves; Castro, 2003), priorizar áreas de intervenção (Dipak *et al.*, 2015), gerar bases para manejo integrado (Coutinho *et al.*, 2011), ações e características propensas à erosão (Soares *et al.*, 2016).

O avanço da atividade econômica, elevou o uso urbano dos solos, tornando-se um fator de degradação do solo, principalmente pela ocupação desordenada de áreas mais suscetíveis à erosão, entretanto as dinâmicas de uso e cobertura do solo mediam a relação entre as esferas econômica, social e ambiental, juntamente com a dinâmica física da paisagem, especialmente elementos naturais, como o solo, potencializando uma relação entre a dinâmica do uso do solo e a suscetibilidade à erosão, classificando eventuais aparições. (Lacerda *et al.*, 2021).

1.4 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em

recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010).

Uma definição mais técnica acerca do conceito de resíduo sólido é dada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio de sua Norma Brasileira ABNT NBR 10.004/2004:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A ABNT NBR 10.004/2004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, onde são classificados em perigosos, não perigosos, inertes e não inertes.

Também é importante conhecer as características dos resíduos sólidos, os parâmetros são: recicláveis, não recicláveis e compostáveis. Para garantir a adequada execução dos serviços de limpeza pública, é necessário conhecer as características físicas (composição gravimétrica, peso específico, teor de umidade e compressibilidade) e as características químicas (relação carbono/nitrogênio, poder calorífico e pH), possibilitando a seleção dos processos de tratamentos e técnicas de disposição final. (Jardim; Wells, 1995).

1.4.1 Resíduos sólidos no Brasil

A PNRS foi um marco regulador para o Brasil, mas até hoje ainda existem em alguns municípios, modelos de descartes inadequados (lixões), coleta seletiva informal, insuficiência no sistema de coleta pública e a alta produção de resíduos nas cidades. Esse cenário é incoerente com o momento de avanços tecnológicos e com o apelo ao desenvolvimento sustentável. Os aterros sanitários, por sua vez, estão sendo amplamente adotados, principalmente em grandes municípios, eles minimizam os impactos ambientais e os riscos à saúde pública (ABRELPE, 2019).

1.4.2 Resíduos sólidos da construção civil (RCC)

A construção civil é responsável por uma parcela significativa dos resíduos gerados em todo o mundo. De acordo com a legislação vigente, é obrigatória a destinação de forma adequada desses resíduos, visando não apenas a preservação ambiental, mas também a promoção sustentáveis no setor (Jardim; Wells, 1995).

Silva (2020) observou que os principais problemas relacionados à destinação inadequada do RCC podem estar associados a falta de um manejo a desinformação e a falta de capacitação dos profissionais, a pouca ou inexistência de fiscalização, ou até mesmo, à inexistência de empresas especializadas em reciclagem dos RCC. Além disso, há falta de recursos municipais para o descarte adequado, e concluiu que o desacato às leis vigentes está relacionado à falta de fiscalização.

Santana (2018) acrescenta que o grande volume de resíduos gerados na construção civil normalmente ocorre em razão de falhas na elaboração de projetos e execução da obra, além da má qualidade dos materiais utilizados. O entulho produzido compreende uma grande parte de todo o resíduo sólido urbano, esses materiais são, frequentemente,

descartados em locais irregulares, gerando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública.

O gerenciamento de resíduos da construção é uma alternativa que auxilia não só na redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra, mas também na destinação e disposição final ambientalmente correta dos resíduos, e possíveis reutilizações, com o intuito de minimizar os impactos ambientais (Schautz, 2019).

1.4.3 Problemática dos resíduos sólidos urbanos (Bolsões de resíduos sólidos e seus impactos nos recursos hídricos)

A falta de gestão e o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos aliados com a falta de sensibilização da população faz surgir locais de disposição inadequada, conhecidos como “bolsões de resíduos”. Os resíduos que são depositados nestes locais variam desde resíduos domésticos e resíduos volumosos a até, em alguns casos, resíduos perigosos (Rodrigues, 2020).

No entanto, essa realidade é desafiadora para muitos municípios de pequeno e médio porte, que enfrentam limitações econômicas. Esses municípios frequentemente necessitam de infraestrutura para a gestão de resíduos, o que resulta, muitas vezes, na destinação inadequada desses materiais no meio ambiente. A busca por soluções sustentáveis e viáveis é, portanto, essencial para garantir que todos os municípios, independentemente do seu porte ou capacidade financeira, possam lidar com a questão dos resíduos de forma responsável e eficaz (Scarassatti *et al.*, 2018).

Segundo Weber e Benner (2020), esses depósitos indevidos de resíduos sólidos não geram somente poluição visual, isso leva a diversos problemas, como enchentes em centros urbanos, proliferação de vetores, contaminação do solo, mau odor entre outros problemas causados à saúde humana e ao meio ambiente.

A avaliação qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos de um município é etapa fundamental para a definição da melhor alternativa para seu gerenciamento. Trata-se de uma metodologia direcionada para conhecer com maior nível de detalhes as características principais dos resíduos sólidos gerados por uma localidade, tendo em vista as atividades desenvolvidas naquele local (Scarassatti *et al.*, 2018).

1.4.4 Estudo de casos de resíduos sólidos em microbacias na região metropolitana de Cuiabá

Um estudo realizado em 2018, na cidade de Jangada-MT, identificou que os Resíduos Sólidos Urbanos coletados no município são destinados ao lixão. Os resíduos foram descartados sobre o solo, a área não é cercada, tampouco possuía medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (Scarassatti *et al.*, 2018).

Oliveira (2019) estudou uma microbacia urbana na cidade de Cuiabá e identificou que os maiores problemas foram a deficiência em relação à cobertura de coleta, resíduos em vias públicas, proliferação de vetores e grande quantidade de resíduos no córrego. A mesma também relata a falta de incentivo à reciclagem e à coleta seletiva.

1.5 ÁGUA

Os impactos decorrentes das ações antrópicas sobre uma determinada região são facilmente avaliados por meio do diagnóstico da qualidade das águas. Tendo em vista que os recursos naturais são limitados, diversos países vêm fortalecendo as discussões acerca da proteção da qualidade da água e a garantia da disponibilidade hídrica para todos. Assim, a problemática voltada à crise hídrica tem sido

cada vez mais abordada nos congressos e conferências internacionais (Cândido *et al.*, 2013).

Para Soares *et al.* (2014), diversos estudos vêm sendo realizados, visando propor ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos, de maneira a garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade, para os mais diversos usos.

1.5.1 O ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico de uma bacia pode sofrer alterações devido às ações antrópicas, principalmente as relacionadas a ocupações urbanas irregulares, a supressão da vegetação nativa das áreas de preservação permanente, bem como a impermeabilização do solo, favorecendo o escoamento direto para o talvegue (Silva *et al.*, 2016a).

Tundisi (2003) afirma que os principais componentes do ciclo hidrológico são a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem. A recarga e o armazenamento dos aquíferos ocorrem, principalmente, por meio da entrada de água na infiltração no subsolo, provenientes da precipitação. As intervenções nos corpos hídricos afetam todo o sistema hidrológico, provocando desastres associados a enchentes e/ou escassez de água, além de alterações dos ecossistemas aquáticos.

1.5.2 Ocupações e planejamento urbano

O processo de urbanização está relacionado diretamente aos fatores econômicos e sociais. Todavia, é imprescindível avaliar os impactos ambientais em áreas urbanas para o planejamento, desenvolvimento e ordenamento das cidades (Silva *et al.*, 2016b). Para o autor, o modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade é de apropriação do espaço geográfico, inclusive de seus recursos naturais.

Com isso, a área de interesse ambiental que deveria servir como suporte à preservação das margens dos corpos hídricos, passa a ser ocupada de forma desordenada e sem planejamento. Tucci (2005) afirma que: “essas ocupações tendem a ocorrer de jusante para montante, devido a características do relevo”. Essas ocupações irregulares acarretam uma série de problemas como inundações, lançamento de esgoto bruto, aumento do escoamento superficial, proliferação de doenças veiculadas pelos corpos hídricos, entre outros.

Segundo Sharma (2017), nas áreas que passam por alterações na paisagem, devido ao intenso processo de urbanização, os efeitos hidrológicos são imediatos, havendo alteração na capacidade de infiltração e na velocidade do escoamento de águas superficiais. De acordo com Sharma (2017), a substituição da vegetação por edificações e impermeabilização do solo com pavimentos surtem efeitos diretos nas bacias hidrográficas, dificultando, dessa forma, a recarga dos aquíferos.

O diagnóstico da qualidade da água da microbacia fornece subsídios para avaliar os impactos negativos oriundos da ação antrópica e possibilita a gestão, planejamento e manejo de forma adequada (Lima; Gomes, 2021).

1.5.3 Instrumentos para proteção das águas

A Lei n.º 12.651, de maio de 2012, que institui o Código Florestal, define uma faixa de proteção ambiental no entorno de nascentes e lagoas, bem como uma faixa de proteção às margens dos rios (Brasil, 2012).

O sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos que visa contribuir tanto para a proteção quanto para a gestão dos recursos hídricos foi criado pela Lei Federal n.º 9.433, de janeiro de 1977, a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos que, por sua vez, tem o

objetivo de assegurar a água para a atual e futuras gerações, garantindo disponibilidade hídrica com padrões adequados (Brasil, 1977).

Com consideração pela necessidade de se criar um instrumento para avaliar a qualidade das águas, foi instituída a Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes (Brasil, 2005).

1.5.4 Parâmetros de qualidade de água

Para avaliar a qualidade da água, são observadas as características físicas, químicas e biológicas associadas aos processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem (Brasil, 2014).

1.5.4.1 Parâmetros físicos

1.5.4.1.1 Cor

A cor da água pode ser classificada como verdadeira, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico, e cor aparente a quando há presença de materiais em suspensão. Para atender ao padrão de potabilidade, a água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a 15 unidades de cor.

A coloração da água está associada à presença de matéria orgânica, oriunda da decomposição natural de plantas e animais, ou seja, das substâncias húmicas, efluentes domésticos que se caracterizam por apresentarem matéria orgânica em estado coloidal, e ainda efluentes industriais, que contém taninos, anilinas, lignina e celulose (Brasil, 2014; CETESB, 2017).

1.5.4.1.2 Turbidez

A turbidez é uma medida fotométrica que analisa a matéria em suspensão e sua capacidade de interferir no fluxo de energia luminosa, ou seja, é o grau de interferência da passagem da luz na água, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como matérias inorgânicas e orgânicas. Águas com altos índices de turbidez reduzem a fotossíntese de vegetações enraizadas submersas e algas, que podem influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2017).

1.5.4.1.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica, em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions, e é calculada por meio da diferença de potencial, medida em volts, entre dois eletrodos imersos na amostra de água, e a corrente elétrica, em amperes. Quanto maior a concentração iônica, maior a capacidade de conduzir corrente elétrica e, portanto, maior a condutividade. O valor de condutividade elétrica em águas naturais está na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais, os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade elétrica da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados e seus valores podem fornecer informações em relação a magnitude da concentração iônica, produção primária, detecção de fontes poluidoras e diferenças geoquímicas (Esteves, 2011; Brasil, 2014).

Embora a condutividade elétrica não conste da Resolução CONAMA n.º 357/2005, é um parâmetro importante que auxilia na compreensão dos resultados, pois é considerado um indicativo indireto de poluição.

1.5.4.1.4 Temperatura

A alteração na temperatura da água em ambientes naturais é influenciada principalmente pela quantidade de radiação solar (Libânio, 2010). As ações antrópicas como despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas também interferem na temperatura da água. A temperatura influencia diretamente nas reações químicas, nas concentrações do oxigênio dissolvido, teor de carbono e nos valores de pH, sendo um importante fator ecológico (CETESB, 2017).

Temperaturas elevadas diminuem a solubilidade de gases presentes na água, que causam mau cheiro. Além disso, as reações físicas, químicas e biológicas são afetadas significativamente e essas variações em corpos de água geralmente são provocadas devido à poluição local. A temperatura normalmente é determinada juntamente com outros parâmetros para deduzir uma possível qualidade local (Sperling, 2005; CETESB, 2009).

1.5.4.2 Parâmetros químicos

1.5.4.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a quantidade dos íons hidrônio (H_3O^+) presentes na água e é calculado em escala, que varia de 0 a 14 a 25 °C. O pH pode refletir o tipo de solo que a água percorre. Os cursos d'água superficiais geralmente apresentam a água com um pH entre 6 e 8,5. Quando o pH se apresenta muito ácido ou alcalino, está associado a presença de efluentes (Libânio, 2010).

1.5.4.2.2 Fósforo

O fósforo é o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas, no entanto, o lançamento em larga escala desses

nutrientes no ambiente proporciona o crescimento em excesso dessas plantas aquáticas, prejudicando os usos das águas devido ao fenômeno de eutrofização. O fósforo é encontrado no ambiente aquático sob várias formas, sendo elas, orgânico solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (biomassa de microrganismo), inorgânico solúvel (sais de fósforo) ou particulado (compostos minerais). A fração mais significativa do fósforo é a inorgânica solúvel, que pode ser diretamente associada ao crescimento de algas e macrófitas. A presença desse componente pode estar associada a processos naturais (dissolução de rochas, carreamento do solo, decomposição de matéria orgânica, chuva) ou antropogênicos (lançamento de esgoto, detergentes, fertilizantes, pesticidas). Esta variável é indispensável para a caracterização de efluentes industriais que se pretende tratar por meio de processo biológico. Em águas naturais, a concentração de fósforo situa-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L (Brasil, 2014; CETESB, 2017).

1.5.4.1.3 Nitrogênio total

O nitrogênio pode ser encontrado em meio aquoso nas formas de nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico, na forma dissolvida (compostos nitrogenados orgânicos) ou particulado (biomassa de organismos), amônia (NH_3) ou íon amônio (NH_4^+), encontrado em condições de anaerobiose, nitrito (NO_2^-) que serve como indicador do lançamento de efluentes com elevada carga orgânicas ou na forma de nitrato (NO_3^-), a forma mais oxidada do nitrogênio (Brasil, 2014).

A participação de bactérias no ciclo do nitrogênio é intensa no processo de biofixação, que incorpora o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico em corpos

hídricos. Este elemento é facilmente assimilado nas formas de amônio e nitrato, sendo, portanto, um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de algas e macrófitas. Em condições alcalinas, ocorre a predominância de amônia livre, que é tóxica para vários organismos aquáticos. O excesso de nitrogênio na água está associado a despejos de efluentes domésticos e industriais, bem como siderúrgicas, matadouros, frigoríficos e curtumes (CETESB, 2017).

1.5.4.2.4 Demanda química de oxigênio - DQO

É a quantidade de oxigênio necessário para oxidação das substâncias orgânicas ou inorgânicas oxidáveis de uma amostra que indica a presença de matéria orgânica na água. Seus valores são maiores que os da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e seu prazo de teste é menor. A relação entre os valores de DQO e DBO indica a parcela de matéria orgânica que pode ser estabilizada por via biológica. O aumento dos valores de DQO em corpos d'água se dá principalmente pelo lançamento de esgoto de origem industrial. Portanto, é uma variável indispensável para estudos voltados à caracterização de esgoto sanitário e efluentes industriais (CETESB, 2017).

1.5.4.2.5 Demanda bioquímica de oxigênio – DBO

A DBO é a quantidade de oxigênio necessário para degradar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia, transformando em inorgânica estável. A DBO é considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado tempo, numa temperatura de incubação específica. O aumento dos valores de DBO em um corpo hídrico é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica e, quando o teor de matéria orgânica biologicamente degradada for elevado, pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água,

provocando desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios, além de produzir sabores e odores desagradáveis (CETESB, 2017).

1.5.4.2.6 Fluoreto

O íon fluoreto é um constituinte comum da água e pode ser encontrado no solo, ar, água, plantas e animais. A concentração desse íon depende da precipitação e do tipo de formação rochosa (CETESB, 2022).

1.5.4.2.7 Fosfato

Forma inorgânica do fósforo, os fosfatos podem ser: ortofosfatos, representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos ou fosfato condensados, são polímeros de ortofosfatos. Para os estudos de controle de qualidade das águas, são considerados os ortofosfatos, que uma vez assimilados são convertidos em fosfato orgânicos e em fosfato condensados, são liberados na água após a morte de um organismo, porém só é disponível para absorção biológica após serem hidrolisados por bactérias (CETESB, 2017).

1.5.4.2.8 Oxigênio dissolvido – OD

O oxigênio é um elemento químico presente na atmosfera e se dissolve nas águas naturais. Outra fonte de oxigênio nas águas é a atividade fotossintética, principalmente das algas. A variação nos teores de oxigênio dissolvido está associada aos processos físicos, químicos e biológicos. Para a manutenção da vida aquática aeróbia, é necessário o teor mínimo de oxigênio dissolvido de 5 mg/L. A respiração e a decomposição bacteriana são ações que geram perda de oxigênio

dissolvido e no que se refere em relação ao sedimento-água, pode ocorrer diminuição expressiva de oxigênio da água, em razão da atividade bacteriana e da oxidação química (Tundisi, 2008; Brasil, 2014).

1.5.4.2.9 Cloreto

O cloreto é o ânion que se apresenta em águas subterrâneas, oriundo da percolação da água através de solos e rochas. Em águas superficiais, as fontes importantes da presença desse composto são a descarga de esgoto sanitário. Concentrações acima de 250 mg/L causam sabor detectável na água. O cloreto apresenta influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2017).

1.5.4.2.10 Sulfato

O sulfato é um ânion muito comum na natureza, presente em águas naturais em concentrações muito variáveis. O sulfato nas águas superficiais surge por meio das descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais e nas águas subterrâneas, através da dissolução de solos e rochas, como o gesso (CaSO_4), o sulfato de magnésio (MgSO_4) e pela oxidação de sulfetos (como, por exemplo, o sulfeto de ferro) (Vasconcelos; Oliveira, 2018).

Os sulfatos podem alterar o sabor das águas, sendo predominantemente salgado (Na_2SO_4) e amargo (CaSO_4 e MgSO_4) e produzir efeito laxativo sobre os seres humanos, com maior impacto sobre as crianças. O sulfato de magnésio (MgSO_4) possui mais efeito laxativo do que o sulfato de sódio (Na_2SO_4) (Feitosa *et al.*, 2008).

1.5.4.2.11 Nitrito

O íon nitrito pode ser detectado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros microrganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser proveniente de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. É um parâmetro importante na verificação da qualidade da água e sua presença pode indicar a ocorrência de processos biológicos ativos, influenciados por poluição orgânica (Montes, 2015).

1.5.4.2.12 Nitrato

O nitrato é um parâmetro indicador de depósitos naturais ou de poluição remota ou mais antiga, sendo a forma mais estável e menos tóxica do nitrogênio oxidado.

A exposição ao nitrato e nitrito ocorre por meio de três fontes principais: ocorrência em alimentos (vegetais), aditivos alimentares em certos alimentos processados e contaminantes na água potável (Loureiro, 2021). Na natureza, os nitratos e nitritos são compostos que podem ter origem natural através do ciclo biogeoquímico do nitrogênio e antropogênica, gerados por meio de compostos à base de nitrogênio (Santos, 2014). Na água, há transferência de matéria orgânica pelos poluentes e essas são oxidadas pelas bactérias aeróbias. Com isso, há uma absorção do nitrogênio orgânico pelas bactérias, gerando como subproduto, amônia (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+), que, por sua vez, são convertidos a nitrito (NO_2^-) e, em seguida, a nitrato (NO_3^-) (ECODEBATE, 2018).

1.5.4.2.13 Sólidos totais dissolvidos

Os níveis de concentração das frações de sólidos resultam em um quadro geral de distribuição das partículas em relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e em relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos). Os sólidos em suspensão voláteis e sólidos em suspensão totais (SSV/SST) representam o grau de mineralização de um lodo. Para os recursos hídricos, o excesso de sólidos em suspensão pode causar danos à vida aquática, além de sedimentar no leito dos rios, promovendo a decomposição anaeróbia (CETESB, 2017).

1.5.4.3 Índice de qualidade da água – IQA

O índice de qualidade das águas (IQA) tem como objetivo fornecer um panorama geral da qualidade das águas dos corpos hídricos. Para o cálculo do IQA, são consideradas as variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários em corpos d'água. O IQA é um índice composto por nove parâmetros, com respectivos pesos, sendo o OD responsável por 17% do valor final, o mais relevante individualmente (Libânio, 2010).

1.5.4.4 Índice do estado trófico – IET

O índice do estado trófico (IET) classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas (CETESB, 2017). O cálculo do estado trófico em corpos hídricos ocorre em função da concentração de fósforo total em $\mu\text{g/L}$ (PT). Os resultados correspondentes devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização. O índice de estado trófico

pode ser qualificado em: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico, hipereutrófico, sendo o hipereutrófico o estado trófico mais avançado (CETESB, 2017).

1.5.4.5 Parâmetros microbiológicos

1.5.4.5.1 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Os microrganismos indicadores são espécies geralmente resistentes ao ambiente inóspito e podem fornecer informações quanto à ocorrência de contaminação de origem fecal. A detecção desses microrganismos é utilizada no monitoramento da qualidade da água (Sperling, 2014).

Os coliformes totais são bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, em forma de bacilos que fermentam lactose (com β -galactosidase) e produzem ácido e gás, de 24–48 h, a 36 ± 2 ° C. Os coliformes fazem parte da microbiota do trato gastrointestinal do homem e de alguns animais, são indicadores não específicos de poluição fecal, no entanto, a presença desses microrganismos são indicativos de qualidade higiênico-sanitária (CETESB, 2017).

A *Escherichia coli* (*E. coli*) é um coliforme termofílico que produz indol a partir do triptofano, capaz de produzir β -glucuronidase, pertence ao subgrupo dos coliformes termotolerantes, sendo de origem exclusivamente fecal. A *E. coli* é considerada o indicador mais adequado de contaminação fecal em águas doces (CETESB, 2017).

1.6 HABITAÇÃO

1.6.1 Legislações referentes às habitações

Segundo estabelecido em Várzea Grande (2021), a Lei Complementar n.º 4.700/2021 dispõe sobre o zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município de Várzea Grande e dá outras providências, tendo como objetivos: cumprimento da função social da cidade e da propriedade; orientar o crescimento da cidade, visando minimizar os impactos sobre áreas ambientalmente frágeis e incentivar o adensamento das áreas urbanizadas e próprias para ocupação; integrar o zoneamento, o uso e a ocupação do solo com a infraestrutura, o sistema viário e o meio ambiente; prever e controlar densidades demográficas e de ocupação do solo urbano, como medida para a gestão do bem público, da oferta de serviços públicos e da conservação e preservação do meio ambiente; além de compatibilizar usos e atividades diferenciadas, complementares entre si, tendo em vista a eficiência do sistema produtivo e a eficácia dos serviços públicos e da infraestrutura.

Dessa forma, tem-se que o município planeja e ordena sua infraestrutura de acordo com suas leis e seu plano diretor urbano. Segundo Várzea Grande (2007), a Lei n.º 3.112/2007, o Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento do município, o qual tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável e ordenado da área rural e urbana, dessa forma, orientando a atuação do poder público e da iniciativa privada na construção dos espaços e serviços públicos, visando melhores condições de vida para população. A Lei n.º 3.112/2007 instituiu o Plano Diretor do Município de Várzea Grande e deu outras providências, sendo que o mesmo foi revisado no ano de 2019 para entrar em conformidade com as legislações novas e outras alteradas, com relação ao sistema urbanístico.

1.6.2 Classificações das habitações

As habitações podem ser classificadas com relação a questões sociais como segurança e salubridade; a economia como emprego e renda; e a questão ambiental como infraestrutura, educação e saúde (Monteiro, 2017).

Segundo o IBGE (2010), são consideradas adequadas as habitações que possuem três ou mais dos seguintes itens: privacidade, espaço, acessibilidade física; segurança; segurança da posse; estabilidade estrutural e durabilidade; iluminação, aquecimento e ventilação; infraestrutura básica; qualidade ambiental e fatores relacionados à saúde; localização adequada e acessível ao trabalho e outros equipamentos básicos, até dois moradores por dormitório. Já as consideradas semiadequadas são aquelas determinadas com uma ou duas das características de adequação.

As habitações consideradas inadequadas apresentam carência de serviços, como rede de esgoto, abastecimento de água, falta de energia elétrica e, ainda, a qualidade do material de cobertura das construções, a localização da habitação e o fato de possuir banheiro (IBGE, 2010).

As características do entorno das habitações são indicadores para descrever o ambiente intraurbano, sendo eles: presença de iluminação pública, pavimentação, elementos de microdrenagem, resíduos sólidos acumulado, esgoto a céu aberto, além de informações sobre número de moradores, condição de ocupação, entre outros (IBGE, 2010).

O nível social, econômico e ambiental é utilizado para determinar se uma habitação é considerada adequada, semiadequada ou inadequada.

1.6.3 Impactos decorrentes do processo habitacional

O processo da urbanização quando realizado seguindo as legislações vigentes pode proporcionar benefícios ao município e à

população local, como a modernização da região, extensão das redes de saneamento e consequente melhoria da saúde pública, na segurança do entorno, na educação, na implantação de áreas de lazer, no aspecto visual favorável, entre outros. Assim, esse processo habitacional proporciona ao ser humano, que adquirir sua residência em um local legalizado e bem estruturado, bem-estar e qualidade de vida (Caixeta *et al.*, 2019).

Entretanto, devido ao abismo socioeconômico que o Brasil e, em especial, alguns municípios vivem, uma parcela da população não possui o privilégio de usufruir dos seus direitos, dessa forma ocupando locais não adequados para habitação. As encostas de morros, entornos de rios, córregos e lagos são alguns dos locais inadequados que são ocupados.

As consequências dessas habitações irregulares são diversas, como impermeabilização do solo, geração de esgotos, mau acondicionamento e disposição de resíduos sólidos, aterramento de rios, córregos e lagoas, entre outros, modificando o ecossistema como um todo (Caixeta *et al.*, 2019).

Com relação aos recursos hídricos, os possíveis impactos são evidenciados pelas alterações nos cursos d'água, devido à canalização, obstruções, poluição difusa ou pontual, ocasionada pelo despejo inadequado de efluentes, deposição inadequada de resíduos sólidos, assoreamento e possíveis modificações no ciclo hidrológico, com impactos sobre o escoamento superficial e subterrâneo (Caixeta *et al.*, 2019).

1.7 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004/2004:** Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, p. 77, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil** 2018/2019. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

BALBUENO, L. R.; TIBURTINO-SILVA, L. A.; NOGUEIRA, M. L.; MACIEL, J. de C.; DA COSTA, R. B. Tratamento de resíduos sólidos no município de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil, correlacionado com dados externos. **Interações** (Campo Grande), v. 22, n. 3, p. 883–905, 2021. DOI: 10.20435/inter.v 22i3.2768.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

BRASIL, C. N. **Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012** - Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965 (.), Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997** - Política Nacional de Recursos Hídricos Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Artigo 21 da Constituição Federal, e altera o Artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 08 Janeiro 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, n. 147, p. 3, 03 de ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS, Brasília**, 2014. 112 p. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bfc87>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

CAIXETA, D. S. *et al.* **Urbanização e seus efeitos sobre os corpos hídricos: uma situação de escassez e deterioração**. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2019.

CÂNDIDO, G. A. *et al.* **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013, 326 p.: il. 21. ed. Campina Grande/PB. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/bxj5n/pdf/lira-9788578792824.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017** [recurso eletrônico] / CETESB; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins; Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Marta Condé Lamparelli, Fábio Netto Moreno; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia; Equipe técnica Cláudio Roberto Palombo ... [et al.]; Colaboradores Gisela de Assis Martini ... [et al.]. – São Paulo, 2018.

CETESB. **Ficha de informação toxicológica – Flúor e fluoretos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/fluor-fluoretos.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.

DE SOUZA, J. L. L. L.; BORGES, I.G.M.; SANTOS, R.L. Avaliação da eficiência do modelo AHP na análise de vulnerabilidade a erosão do município de Morro do Chapéu. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento

Remoto, XVII, 2015. **Anais...** João Pessoa-PB: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2015, p. 5042-5049.

DIPAK, R. S.; SHIRISH, G. S.; NAGARAJAN, R. GIS based drainage morphometry and its influence on hydrology in parts of Western Ghats region, Maharashtra, India. **Geocarto International**, v. 30, n. 7, p. 755-778, 2015.

ECODEBATE. **Natal – RN com alta concentração de nitratos na água nos poços?** Isso é fácil de resolver, Artigo de Paulo Afonso da Mata Machado. 2018. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2018/11/14/natal-rn-com-alta-concentracao-de-nitratos-na-agua-nos-pocos-isso-e-facil-de-resolver-Artigo-de-paulo-afonso-da-mata-machado/>>. Acesso em: 12 jun 2022.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 3 ed., 790 p., 2011.

FARIAS, T. de O., VECCHIATO, A. B.; SALOMÃO, F. X. de T.; JUNIOR, W. A. dos S. Abordagem morfoopedológica e controle de processos erosivos. **Revista Água & Ambiente**, v. 8, nº 2, 2013.

FEITOSA, F. A. C., FILHO, J. M., FEITOSA, E. C., DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: CPRM, LABHID, 2008. 812 p. Disponível em: <https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/353643/mod_resource/content/1/Livro_Parte%20I.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

FERREIRA, NEDILSON SANCHES *et al.* vulnerabilidade do solo à erosão hídrica, região hidrográfica do Guaíba-RS. **Revista Geonorte**, v. 13, n. 41, p. 191-210, 2022.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; DE BRITO, T. P.. Potencial natural de erosão e limite de tolerância de perdas de solo em bacia hidrográfica na região do brejo paraibano. **Revista Geama**, v. 8, n. 1, p. 33-42, 2022.

GUEDES, F. C.; VIEGAS, J. A.; AGUIAR, M. C. P. Application of the Universal Soil Loss Equation (USLE) in the Córrego Carneirinhos Urban Basin, in the city of João Monlevade - MG. **Research, Society**

and Development, v. 11, n. 7, e40411730094, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i7.30094.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. **CENSO 2010 VÁRZEA GRANDE**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de jun. de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios** (PNAD), 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jo-vens/conheca-o-brasil/populacao/18313>>. Acesso em: 25 de ago. de 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande**. São Paulo: IPT, 1990.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Assessoria Técnica para a Estabilização de Encostas, Recuperação da Infraestrutura Urbana e Reurbanização das Áreas de Risco Atingidas por Escorregamentos na Área Urbana do Município de Campos do Jordão, SP**. Relatório Técnico 64.399, São Paulo, 2002.

LEPSCH, I. F., ESPINDOLA, C. R., VISCHI FILHO, O. J., HERNANI, L. C., SIQUEIRA, D. S., 2015. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1, 175.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3 ed., Campinas, SP: Átomo, 2010.

LIMA, A. S.; GOMES, J. de B. Diagnóstico e planejamento ambiental de microbacia urbana em Juína/MT. **Revista Geo Pantanal**, n. 30, p. 147-161, Corumbá/MS, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/revgeo/article/view/12645/9582>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

LOUREIRO, M. P. **Estimativa do consumo de nitrato e nitrito por escolares da rede pública: um estudo longitudinal**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.teses.usp>.

br/teses/disponiveis/11/11141/tde-11112021-182608/publico/Marina_Paraluppi_Loureiro_versao_revisada.pdf>. Acesso em: 20 jul 2022.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XII, 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3829-3836.

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A.T.R. A questão habitacional no Brasil. **Mercator** (Fortaleza), v. 16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2017.E16015>.

MONTES, D. C. **Determinação de ânions sulfatos e nitratos em amostras aquosas de campos de petróleo como método de monitoramento de Bactérias Redutoras de Sulfato- BRS. 2015.** Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde, Salvador, 2015.

NUNES, S. S. **Aplicação do método VERAH como ferramenta de educação ambiental no ensino médio em uma microbacia urbana do município de Várzea Grande -MT.** 2017. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos), Universidade Federal de Mato Grosso Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Cuiabá – MT, 2017.

OLIVEIRA, A. M. S. **Educação Ambiental Transformadora: O Método VERAH.** 1. ed. São Paulo: Ícone Editora, 2016.

OLIVEIRA, E. C. **Diagnóstico ambiental e aplicação de método multicritério para avaliação da qualidade da água em uma microbacia urbana.** Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos), Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT, p. 162, 2019.

POLITANO, W.; PISSARRA, T. C. T. Avaliação por fotointerpretação das áreas de abrangência dos diferentes estados da erosão acelerada do solo em canaviais e pomares de citros. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 242-252, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000100027>.

RAMOS, M. C. S. **Risco a erosão na microbacia do córrego samambaia no município de Chapada dos Guimarães – MT.** 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT. Disponível em: <<https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/a915d78a0f2851f9bd95118eb62d624c.pdf>>. Acesso em: dez. 2019.

REZENDE, G. B.; SCHWEING, E. O.; Vulnerabilidade de rios urbanos: diagnóstico da microbacia do Córrego fundo em Barra Do Garças – MT. 2018. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Bernardo do Campo – SP, 2018. **Anais ...** Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/VIII-039.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

RODRIGUES, M. L. P. **Apontamentos para um futuro plano de gestão integrada de resíduos sólidos para o município de Limoeiro do Ajuru, Pará, Amazônia, Brasil.** 75 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/13447>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

SANTANA, E. de F. **Disposição irregular de resíduos sólidos da construção civil no setor sul da cidade de Ituiutaba.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29992>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

SANTOS, F. C. dos. **Disponibilidade de nitrogênio no solo em um gradiente latitudinal da Mata Atlântica.** 2014. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2014 Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/pgibt/2015/12/Fernanda_Casemiro_dos_Santos_MS.pdf>. Acesso em: 30 jun 2022.

SANTOS, G. G., GRIEBELER, N. P., & OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2009.

SCARASSATTI, M. R. D. N. *et al.* Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos da Microbacia do Córrego Gamela, cidade de Jangada. In: SIBESA, XIV., 2018, Foz do Iguaçu - PR. Simpósio Ítalo-brasileiro [...]. Foz do Iguaçu - PR: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018. p. 1-6, IV-065. Disponível em: <<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento40/TrabalhosCompletoPDF/IV-065.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

SCHAUTZ, K. B. V. **Diagnóstico da situação de resíduos da construção civil em um canteiro de obra.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2343>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

SHARMA, S. Water Challenges of an Urbanizing World. In: _____ **Management of Cities and Regions.** [S.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321312963_Water_Challenges_of_an_Urbanizing_World>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SILVA, A. R. S. da, SANTANA, M. D. S., PASCOAL, R. M., SILVA, R. N. L. da. Urbanização desordenada: consequências socioambientais na bacia hidrográfica do Paracuri II, Distrito de Icoaraci – PA. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**, Belém, v. 03, n. 01, p. 31-50, jan./jun. 2016a. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/233889536.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVA, J. D. D. S. **Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no município de São Francisco de Sales/MG** - um estudo de caso. Orientador: Dr. Evandro Roberto Tagliaferro. 2020. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Fernandópolis, SP, 2020.

SILVA, R. F da; SANTOS, V. A; GALDINO, S. M. G. Análise dos impactos ambientais da urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 47, p.966-976, 2016b. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26n47p966/10148>>. Acesso em: 10 jun 2022.

SOARES, G. C. S. *et al.* Uso de matriz causal na análise ambiental e de gestão em áreas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame/PB/Brasil. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/132276428-Xii-simposio-de-recursos-hidricos-do-nordeste.html>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SOARES, LEONARDO SILVA *et al.* Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª. ed. [S.l.]: Editora UFMG, 2014.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas** – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e Recursos Hídricos. In: Bicudo, C. E. de M.; Tundisi, J. G.; Scheuenstuhl, M. C. B. Águas do Brasil: Análise Estratégica. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 112 – 128, 2010.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Revista Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018>. Acesso em: 18 jun. 2022.

VÁRZEA GRANDE. **Lei Complementar nº 4.700/2021**. Dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município de Várzea Grande e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.varzeagrande.mt.gov.br/storage/Arquivos/dcae9de0654458cc1865f0c40c8eebd.pdf>>.

VÁRZEA GRANDE. **Lei nº3112/2007**. Institui o Plano Diretor do Município de Várzea Grande e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.varzeagrande.mt.gov.br/storage/Arquivos/3d908b433004cf20648ed2930922aa78.112-2007%20-%20LEI%20DO%20PLANO%20DIRETOR>>.

VASCONCELOS, M. A.; OLIVEIRA, I. B. Especiação química do sulfato em águas subterrâneas do domínio hidrogeológico sedimentar do Estado da Bahia – Brasil, utilizando o método Tableau. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, p. 256 – 266, 2018. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29119>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

VERDUM, ROBERTO; VIEIRA, CARMEM LUCAS; CANEPPELE, JEAN CARLO GESSI. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016, 50 p.

WEBER, CAROLINE; BENNER, ROZELI. O desenvolvimento urbano e seus impactos ambientais. **Revista Maiêutica**. Indaial: UNIASSELVI, n. 8, p. 29-36, 2020.

2 MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA

Danila Soares Caixeta & João Batista Bezerra Ito

2.1 DESCRIÇÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA

O município de Várzea Grande possui uma extensão territorial de 949,53 km² e está localizado no estado do Mato Grosso, na mesorregião do Centro Sul Mato-grossense, microrregião de Cuiabá e região metropolitana do Vale do Rio Cuiabá (Várzea Grande, 2014). Várzea Grande pertence a Baixada Cuiabana ou Periplanície cuiabana, pelas coordenadas: 15°32'30", latitude sul. 56°17'18", longitude oeste, com clima tropical continental tipo quente subúmido. O solo do município é predominantemente de argila avermelhada, principalmente na faixa marginal do Rio Cuiabá, e a vegetação composta por savana arbórea aberta (cerrado), capoeira e mata ciliar (Várzea Grande, 2014).

Segundo dados do Censo demográfico do ano de 2022, a cidade é considerada a segunda mais populosa do Estado, com uma população estimada em 299.472 habitantes (IBGE, 2022).

O município de Várzea Grande está dividido em macrozona urbana e macrozona rural. De acordo com o Artigo 5, da Lei Municipal Complementar n.º 4.700/2021:

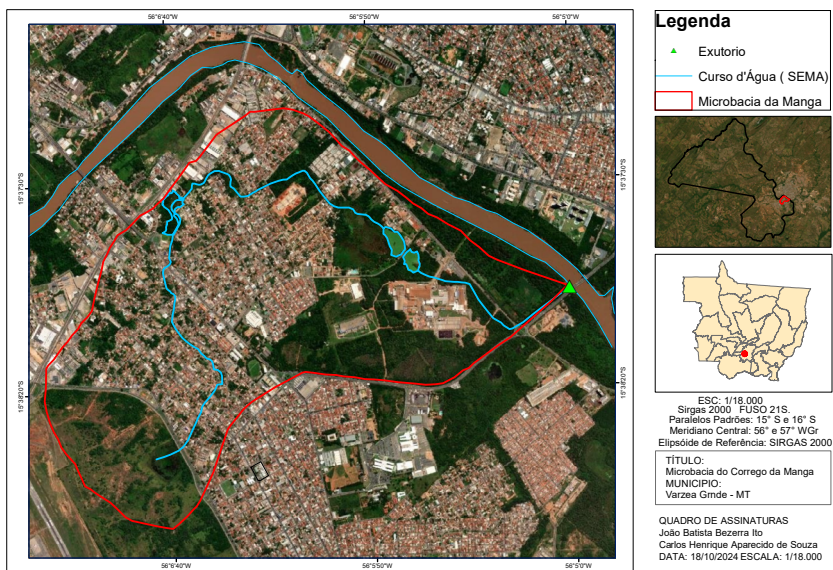
O Zoneamento da Macrozona Urbana de Várzea Grande é feito por meio de divisão do território em zonas de características diversificadas, para as quais são definidos usos e parâmetros específicos de ocupação do solo, visando ordenar o desenvolvimento da cidade de acordo com critérios urbanísticos, ambientais, culturais e turísticos (Várzea Grande, 2021).

Considerando tais parâmetros, o município é dividido em zonas: Zona Central - ZC; Zona de Subcentro - ZSIII - Zona de Uso Múltiplo - ZUM; Zona Industrial - ZI; Zona de Conservação e Preservação - ZCP; Zona de Proteção do Parque Berneck - ZPP; Zona de Proteção do Aeroporto - ZPA; Zona de Especial Interesse - ZEI e Zonas Especiais de Interesse Cultural, Ambiental e Turístico – ZCAT (Lei Municipal Complementar n.º 4.700/2021) (Várzea Grande, 2021).

Ademais, para melhor definição do abairramento de Várzea Grande, a Lei Municipal Complementar n.º 3.356/2009 divide o município em 5 regiões, sendo a região Norte, ou Grande Glória e Pari; região Sul, ou Costa Verde e Pai André; região leste, ou Cristo Rei; região Oeste, ou Santa Isabel ou Formigueiro; região do Centro (Várzea Grande, 2009).

Localizada no município de Várzea Grande, fazendo parte da região leste da Grande Cristo Rei, a microbacia do córrego da Manga está localizada na margem direita do rio Cuiabá, situada nas coordenadas geográficas 15°38'40,38"S; 56°6'43,65"W e o exutório nas coordenadas geográficas 15°37'55,58"S; 56°5'2,79"W, com uma área de 6,04 km², perímetro de 10,8 km e comprimento do talvegue principal de 5,95 km (Figura 1). O córrego da Manga tem sua nascente localizada no interior da área do Aeroporto Internacional Marechal Rondon, localizado, no Bairro Centro Norte, na região Central de Várzea Grande; percorre os bairros Ponte Nova e Cristo Rei, ambos na região Leste de Várzea Grande (Salmoria; Godoy, 2023) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da microbacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

No entorno da microbacia do córrego da Manga, nota-se um adensamento populacional considerável, onde são desenvolvidas atividades diversas, como comércio, indústria, dentre outros setores.

Em decorrência do processo de ocupação e alta densidade populacional na região da microbacia do córrego da Manga, nota-se um desequilíbrio entre o ambiente construído e o ambiente natural, pois a carência nos serviços de saneamento básico gera um aumento no lançamento de esgoto diretamente no corpo hídrico, grande volume de resíduos sólidos em terrenos baldios e logradouros, assoreamento, alteração da diversidade biológica nativa com a remoção da vegetação ripária, impermeabilização do solo, alteração dos cursos d' água, dentre outros impactos ambientais.

2.2 REFERÊNCIAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico – 2022**. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/MT_POP2022.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

SALMORIA, F. Z.; GODOY, J. A. R. Efeitos de uma urbanização desordenada: “as cidades de costas para o rio” na Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá –RMVRC/MT. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 19, n. 3, 2023.

VÁRZEA GRANDE, 2009. **Lei Municipal Complementar nº 3.356/2009**: dispõe sobre o abairramento do município de Várzea Grande e dá outras providências. 2009.

VÁRZEA GRANDE, 2021. **Lei Municipal Complementar 4.700/2021**. Dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município de Várzea Grande e dá outras providências. 2023.

VÁRZEA GRANDE VRG - **Plano Municipal de Saneamento Básico de Várzea Grande**. 2014. Diagnóstico da situação do saneamento básico: caracterização do município. Várzea Grande, 766 p. 2014.

3 VEGETAÇÃO

Alecsandra Pazza Martarello et al.

Neste capítulo, discutimos a vegetação como um fator importante para o entendimento da situação de uma bacia hidrográfica, visto que a vegetação desempenha um papel essencial na proteção contra a erosão e na gestão do escoamento de água (Liu *et al.*, 2018).

A retirada da vegetação favorece processos erosivos, selamento superficial, diminuindo a taxa de infiltração e aumentando o processo de escoamento superficial (Menezes *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2018). Ademais, a supressão da vegetação nativa é reconhecida como um dos principais responsáveis pela perda da diversidade biológica (Winter *et al.* 2018), sendo que os impactos resultantes vão desde a destruição de habitat, fragmentação de habitat, aumento da proliferação de espécies invasoras, perda da camada de serapilheira, consequente exposição do solo, perda ou alteração da função ecológica, alterações na biota do sol, a degradação dos ecossistemas aquáticos, entre outros (Brancalion *et al.*, 2016).

A identificação e caracterização da vegetação é importante em estudos de integridade ambiental em microbacias, pois permite entender a situação do local e propor medidas para minimizar impactos negativos e aumentar a qualidade ambiental em bacias em áreas antropizadas.

Dessa maneira, este capítulo objetiva apresentar uma visão geral da situação da vegetação na microbacia do córrego da Manga e sugerir possíveis atenuantes aos impactos negativos observados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO

3.1.1 Pontos de caracterização da vegetação

Para o estudo, foi realizada visita de reconhecimento aos 8 pontos selecionados, avaliando as características do local, a vegetação predominante, a presença de espécies invasoras, a ocorrência de degradação da vegetação natural e quaisquer fatores que pudessem modificar o saudável desenvolvimento das espécies nativas do local.

Entre os pontos visitados, foram escolhidos 3 mais viáveis para a aplicação da metodologia de amostragem e caracterização da vegetação. Dessa forma, a amostragem foi realizada na Nascente 1, na Nascente 2 e na Nascente 3, devido à densidade de vegetação, à possibilidade de acessar o local e realizar as amostragens de forma mais consistente. A Figura 2 apresenta as nascentes onde foi aplicado o método de amostragem da vegetação.

Figura 2 – Mapa das Nascentes 1, 2 e 3, da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT, 2022



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nota: Os pontos em destaque (verde), correspondem aos pontos de amostragem.

A metodologia aplicada nas nascentes 1, 2 e 3 foi o método de parcelas (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974). Nos demais pontos, a caracterização da vegetação foi realizada com base em observações das características naturais e das condições da interferência antrópica no local.

3.1.2 Inventário da vegetação

A metodologia de amostragem utilizada foi o método de parcelas (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974). A partir do método, em cada parcela foi realizado inventário, incluindo-se todos os indivíduos com $DAS \geq 30\text{cm}$ (Diâmetro à altura do solo). Utilizou-se como parâmetro o diâmetro à altura do solo pelo fato de muitos troncos de árvores do Cerrado bifurcarem-se próximos ao solo. Todos os indivíduos incluídos na amostra foram medidos: a altura total da planta e o diâmetro da base, que é o diâmetro do caule medido a 30 cm do solo (DAS). A partir disso, todas as espécies amostradas foram identificadas. As espécies que não foram possíveis de ser identificadas foram fotografadas e enviadas a especialistas para posterior identificação.

3.2 A vegetação na microbacia do córrego da Manga

Foram analisados 8 pontos para o estudo da vegetação da Bacia do Manga. Em três pontos foi aplicado o método das parcelas para realizar o inventário da vegetação da área de estudo. Nos demais locais, foi realizada visita para caracterização da vegetação existente. As espécies arbóreas identificadas no córrego da Manga estão relacionadas no Apêndice A.

3.2.1 Ponto 1

O Ponto 1 (nascente 1) trata-se de uma nascente onde está localizada uma lagoa, com baixa densidade de vegetação em suas margens. A Figura 3 apresenta a vegetação no interior da lagoa. Observa-se a presença de aguapés e outras plantas de áreas úmidas, bem como a vegetação característica do Cerrado, ao fundo da imagem.

Figura 3 - Vegetação na Nascente 1, da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT, 2022



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nesse ponto, foram amostrados 17 indivíduos dentro da parcela, representados por 8 espécies. A espécie mais frequente foi a *Curatella americana* L (lixeira). Não foi possível medir o maior DAP, devido à

declividade do local. Os indivíduos mais altos foram a *Byrsonima* sp (murici) e a *Cordia glabrata* (MArtigo) A.DC. (louro), ambos com 11m. A Figura 4 apresenta a espécie mais frequente no local (Lixeira).

Figura 4 - Lixeira, espécie mais frequente no ponto 1 da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT, 2022



Fonte: Construção dos autores, 2022.

3.2.2 Ponto 2

O Ponto 2 (nascente 2) trata-se de uma área com vegetação predominantemente nativa, porém, com a ocorrência de espécies exóticas (especialmente capins *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster - Braquiária e *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf - Jaraguá). A Figura 5 apresenta a vegetação da área.

Figura 5 - Vegetação na Nascente da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT, 2022



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nesse ponto, foram amostrados 17 indivíduos, representados por 8 espécies diferentes. A espécie mais frequente foi a *Curatella americana* L (lixeira). O maior DAP foi da *Anacardium occidentale* L. (cajueiro de quintal), espécie exótica presente no local. O indivíduo mais alto foi a *Byrsonima* sp (murici), com 11 m de altura. A Figura 6 apresenta a espécie de maior DAP encontrada no local (Cajueiro).

Figura 6 - *Anacardium occidentale* – Cajueiro



Fonte: Construção dos autores, 2022.

3.2.3 Ponto 3

O Ponto 3 (nascente 3) trata-se de uma área com vegetação predominantemente nativa, com a ocorrência de espécies exóticas (Jaraguá- *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf). Este foi o ponto com maior densidade de vegetação da Bacia. A Figura 7 apresenta a vegetação da área. Observa-se a presença da espécie exótica do Capim Jaraguá e a presença de espécies regenerantes, as quais indicam que a vegetação tende a se recuperar no local, caso não ocorram interferências externas que a façam retrair.

Figura 7 - Vegetação na Nascente 3 da microbacia do córrego da Manga, Vázea Grande - MT, 2022



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nesse ponto, foram amostrados 44 indivíduos, representados por 15 espécies. A espécie mais frequente foi a *Simarouba versicolor* A.St.-Hil. (pau de perdiz). O maior DAP foi da Myrtaceae sp 2, espécie característica do Cerrado. O indivíduo mais alto foi a *Dipteryx alata* Vogel (cumbaru), com 11 m de altura. A Figura 8 apresenta o pau de perdiz, espécie mais frequente no local.

Figura 8 - *Simarouba versicolor* (pau de perdiz)



Fonte: Construção dos autores, 2022.

3.2.4 Ponto 4

O Ponto 4 trata-se de uma área com vegetação comprometida, apresentando apenas vegetação nas margens. Pode-se observar a presença da espécie invasora – *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit – leucena (Figura 9 a e b), espécies indicadoras de antropização *Ricinus communis* L., nome popular mamona, e ocorrência de *Cordia glabrata* e *Albizia* sp (farinheira).

Figura 9 a - *Leucaena leucocephala*



Figura 9 b - *Ricinus communis*



Fonte: Carvalho, 2010; Mercadante, 2017.

3.2.5 Ponto 5

O Ponto 5 trata-se de uma área com alto grau de degradação ambiental, onde sua vegetação foi totalmente suprimida, margeada por edificações. Pode-se observar espécies hidrófitas, sendo elas macrófitas.

Foi possível observar a presença de *Ricinus communis*, confirmando que o local passa por ação de antropização (Figura 10).

Figura 10 - Antropização encontrada no ponto 5, com presença de *Ricinus communis*

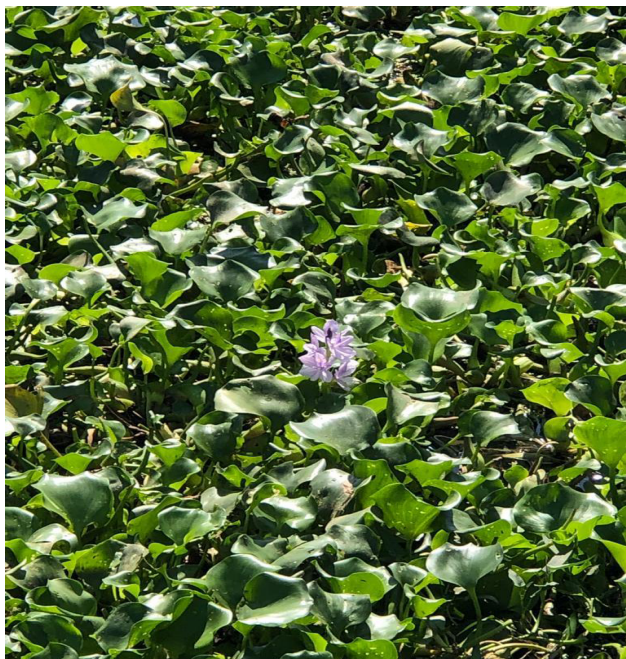


Fonte: Paixão, 2022.

3.2.6 Ponto 6

O Ponto 6 trata-se de um lago, onde sua vegetação nativa está totalmente suprimida. Pode-se observar no local espécies de plantas hidrófitas, sendo sua maioria herbáceas. A vegetação predominante é *Eichhornia crassipes* (MArtigo) Solms e *Typha* sp (Figura 11).

Figura 11 - Planta hidrófita - *Eichhornia crassipes*



Fonte: Paixão, 2022.

3.2.7 Ponto 7

O Ponto 7 está localizado em uma área da antiga unidade da empresa Sadia. Nesse local, pode-se observar espécies hidrófitas, como *Ludwigia nervosa* (Poir.) H.Hara, *Cecropia pachystachya* Trécul, espécie invasora – *Leucaena leucocephala* – leucena, e uma super dominância de samambaias (Figura 12).

Figura 12 a - Planta hidrófita *Ludwigia nervosa*



Figura 12 b - Planta hidrófita, Samambaias



Fonte: Paixão, 2022.

3.2.8 Ponto 8

O Ponto 8 está localizado no exutório da bacia. Neste local, observou-se ações antrópicas ao seu redor, porém com a vegetação aparentemente conservada. É possível visualizar árvores de grande porte e vegetação típica de áreas úmidas, como *Triplaris americana* L. – pau de formiga, e *Inga* sp – ingá, *Anadenanthera* sp – (angico), *Sapium obovatum* Klotzsch ex Müll.Arg. - Sará de leite (Figura 13).

Figura 13 - Imagem satélite do ponto 8 (exutório)



Fonte: Google Earth, 2022.

Ao total, foram amostradas 16 famílias distribuídas em 22 espécies e 80 indivíduos, conforme a Tabela 1. A família Dilleniaceae foi a mais representativa, com 24 indivíduos, porém com apenas 1 espécie (*Curatella americana* L.). A família Fabaceae foi a mais representativa em espécie, contendo 4 espécies (*Andira cujabensis* Benth, *Diptyryx alata* Vogel, *Diptychandra aurantiaca* Tul. e *Inga*

sp.). As famílias Bignoniaceae, Malvaceae, Malpighiaceae, Rubiaceae e Urticaceae apresentaram apenas uma espécie e um indivíduo cada, conforme a Tabela 1.

Em resumo, ao total, foram estudados 8 pontos na Bacia Hidrográfica do Manga, no município de Várzea Grande – MT, sendo que, dentre eles, apenas o ponto 8 (exutório) aparenta estar bem preservado. Nos demais pontos, observou-se uma relevante degradação da vegetação nativa.

Foi possível observar que, em grande parte dos pontos, a cobertura da vegetação nas margens foi inferior ao exigido na legislação vigente. E verificou-se as ocorrências de espécies exóticas, espécies indicadoras de antropização, utilização das margens para o plantio de horta, entre outras questões que precisam ser modificadas, a fim de garantir uma melhoria da qualidade ambiental.

É necessário implantar melhorias para garantir uma adequada preservação da vegetação na bacia em estudo, visto a importância desse aspecto ambiental para a conservação das nascentes, dos cursos de água, do solo e do meio ambiente como um todo.

Tabela 1 - Lista de espécies arbóreas da bacia do córrego da Manga

VEGETAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DA MANGA		
Família	Espécie	Nome Popular
ANACARDIACEAE	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Gonçaleiro
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus</i> sp	Ipê
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá
BORAGINACEAE	<i>Cordia glabrata</i> (MArtigo) A.DC.	Louro
CAESALPINIACEAE	<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Carvoeiro
DILLENIACEAE	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum</i> sp	-
FABACEAE	<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Morcegueira
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Cumbaru
	<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	Carvão vermelho
	<i>Inga</i> sp	Ingá
FABACEAE MIMOSOIDEAE	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	Sete cascas
LOGANIACEAE	<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Quina do Cerrado
MALVACEAE	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (MArtigo) A.Robyns	Embiruçu
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima</i> sp	
MYRTACEAE	sp1	-
	sp 2	-
OCHNACEAE	<i>Ouatea</i> sp	
RUBIACEAE	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Marmelada do cerrado
SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Pau-de-Perdiz
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Projetos de recuperação desses ambientes, que conectem o estado atual deles com habitantes locais e as políticas de conservação, são necessárias e urgentes. Entretanto, a avaliação adequada da eficiência de projetos de recuperação na manutenção dos serviços ecossistêmicos naturais, em consonância com o desenvolvimento sustentável contínuo, irá garantir o sucesso de implementação e resultados desses projetos. Planos de Manejo desses locais devem ser providenciados, estabelecendo normas, restrições de uso, ações a serem desenvolvidas e manejo dos recursos naturais ali presentes, bem como de possível corredor ecológico associado.

3.3 REFERÊNCIAS

BRANCALION, P. H.S. GARCIA, L. C., LOYOLA, R., RODRIGUES, R. R., PILLAR, V. D., LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives, **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.003>, 2016.

CARO-BORRERO A, CARMONA-JIMÉNEZ J, RIVERA-RAMÍREZ K, BIEBER K. The effects of urbanization on aquatic ecosystems in peri-urban protected areas of Mexico City: The contradictory discourse of conservation amid expansion of informal settlements. **Land Use Policy**, v.102, 2021.

COSTANZA, R., FISHER, B., ALI, S., BEER, C., BOND, L., BOUMANS, R., *et al.* Quality of life: an approach integrating opportunities, human needs, and subjective well-being. **Ecological Economics**, v. 61, p. 267–276, 2007.

CULHANE, F *et al.* Risk to the supply of ecosystem services across aquatic ecosystems. **Science of the total environment**, v. 660, p. 611-621, 2019.

FU, H., GAÜZÈRE, P., MOLINOS, J. G., ZHANG, P., ZHANG, H., ZHANG, M. & XU, J. Mitigation of urbanization effects on aquatic ecosystems by synchronous ecological restoration. **Water Research**, v. 204, 117587, 2021.

GRIZZETTI B, LANZANOVA D, LIQUETE C, REYNAUD A, CARDOSO AC. Assessing water ecosystem services for water resource management. **Environmental Science & Policy**. 61:194–203. doi: 10.1016/j.envsci.2016.04.008, 2016.

KHATRI, N; TYAGI, S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. **Frontiers in life science**, v. 8, n. 1, p. 23-39, 2015.

LARA, R. J., ISLAM, M. S., YAMASAKI, S., NEOGI, S. B., & NAIR, G. B. Aquatic ecosystems, human health, and ecohydrology. **Treatise on estuarine and coastal science**, v. 263, 2011.

LIU, J., GAO, G., WANG, S., JIAO, L., WU, X., & FU, B. The effects of vegetation on runoff and soil loss: Multidimensional structure analysis and scale characteristics. *Journal of Geographical Sciences*, v. 28, n. 1, p. 59-78, 2018.

MENEZES, P. H. B. J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá**. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências – IG, UnB. Brasília, 2010.

MERCADANTE, M. **Flora do cerrado**. Disponível em: <<https://www.flickr.com/people/mercadanteweb/>>. Acesso em: 25 set. 2024.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, J. Wiley, 1974. 547p

PRAKASH, S. Impact of Climate change on Aquatic Ecosystem and its Biodiversity: An overview. **International Journal of Biological Innovations**, v. 3, n. 2, 2021.

PINHEIRO, M H, CARVALHO, L N, ARRUDA, R, GUILHERME, F A G. Consequences of suppressing natural vegetation in drainage areas for freshwater ecosystem conservation: considerations on the new “Brazilian forest code”. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 2, p. 262-269, 2015. doi: 10.1590/0102-33062014abb0031, 2015.

STEFFEN W, RICHARDSON K, ROCKSTROM J, CORNELL SE, FETZER I, BENNETT EM, BIGGS R, CARPENTER SR. **Planetary boundaries**: Guiding human development on a changing planet. *Science*, doi: 10.1126/science.1259855, 2015.

VON SPERLING. M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária – Ambiental. UFMG. p. 243, 1996.

WINTER, Silvia *et al.* Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 5, p. 2484-2495, 2018.

WINTER, S. *et al.* Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v. 55. n.5, 2018. Doi: 10.1111/1365-2664.13124

ZHANG, YIFAN, QINGHE ZHAO, ZIHAO CAO, AND SHENGYAN DING. Inhibiting Effects of Vegetation on the Characteristics of Runoff and Sediment Yield on Riparian Slope along the Lower Yellow River. **Sustainability**, v. 11, n. 13, 2019. Doi: 10.3390/su11133685 2019.

4 EROSÃO

Jonathan Lima Barbosa et al.

Enfatiza-se, nesse capítulo, a erosão, um dos maiores problemas ambientais em nível mundial (Wang *et al.*, 2016). A erosão do solo é a principal razão dos tipos de degradação física do solo global exacerbadas pelas mudanças climáticas (Krishna Bahadur, 2008; Lepsch *et al.*, 2015; Angileri *et al.*, 2016; Chalise *et al.*, 2021).

Erosão em bacias hidrográficas urbanas, resultam no recuo progressivo das margens dos cursos d'água, devido à remoção dos sedimentos existentes nos barrancos pela corrente hídrica, ou forças externas originadas pelo uso e ocupação do solo (Gonzalez *et al.*, 2022). Dessa maneira, a proporção de recursos naturais está diminuindo gradualmente, sendo que o controle da erosão é essencial para manter o rendimento ambiental (Park *et al.*, 2011; Bonfante *et al.*, 2019).

Portanto, o diagnóstico da erosão com base na análise das características de solo e o grau de erosão, detectando a relação de causa-efeito, são peças fundamentais na recomendação de soluções dos problemas ambientais existentes na microbacia do córrego da Manga.

Neste contexto, esse capítulo visa apresentar a susceptibilidade à erosão dos solos da microbacia do córrego da Manga, localizado no município de Várzea Grande, no estado de Mato Grosso (MT).

4.1 PROCEDIMENTOS DE CARACTERIZAÇÃO DA EROSÃO

O diagnóstico da erosão na microbacia do córrego da Manga foi realizado em seis etapas, sendo elas: identificação e delimitação da área de estudo; determinação dos parâmetros morfométricos e fisiográficos da bacia hidrográfica; levantamento de campo com coleta

de amostras de solos; análise em laboratório das amostras de solos coletadas; descrição dos dados obtidos e da susceptibilidade do solo a erosão; e diagnóstico e síntese da erosão na microbacia.

4.1.1 Parâmetros físicos da microbacia

A aplicação dos conhecimentos morfológicos envolve a análise conjunta de elementos, ou seja, fatores de formação do solo. Assim, por meio desse método, torna-se possível chegar a interpretações até então inéditas ao analisar elementos do ambiente físico individualmente (Coutinho, 2011).

Conceituar, associando os compartimentos morfológicos como formas de relevo de ambientes biológicos e abiofísicos, apresentando tipos identificáveis e delineáveis de setores de relevo, organizadas por litologia e pedologia, cujas propriedades e funções refletem a harmônica evolução histórica da região estudada (Ribeiro; Salomão, 2003).

Para as análises dos parâmetros físicos da bacia, foram utilizadas as seguintes características morfométricas: Área da bacia (A), Perímetro (P), Comprimento do talvegue (Ct), Longitude do canal principal (L), Densidade de Drenagem, Índice de rugosidade (Ir), Coeficiente de compacidade (Kc), Índice de circularidade (Ic), Fator de forma (Ff), Índice de sinuosidade (Is), Densidade da drenagem (Dd), Densidade hidrográfica (Dh).

4.1.2 Bases de dados

Banco de dados Gel portal SEMA, informações do TOPODATA, CARTAS DSG, IBGE, BASES e imagem SRTM Elipsóide de Referência: SIRGAS 2000 RELEVO/ DECLIVIDADE CARTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RELEVO ESC: 1/18.000 Sirgas 2000 FUSO 21S. Informações do TOPODATA, CARTAS DSG,

IBGE. BASES e Imagem SRTM pedologia, a vegetação e o sistema de coordenadas vetorial de referência, em escala: 1/18.000 Sirgas 2000 FUSO 21S. Informações do TOPODATA, CARTAS DSG e SEPLAN
NOTA DE CRÉDITO: Elipsóide de Referência: SIRGAS 2000.

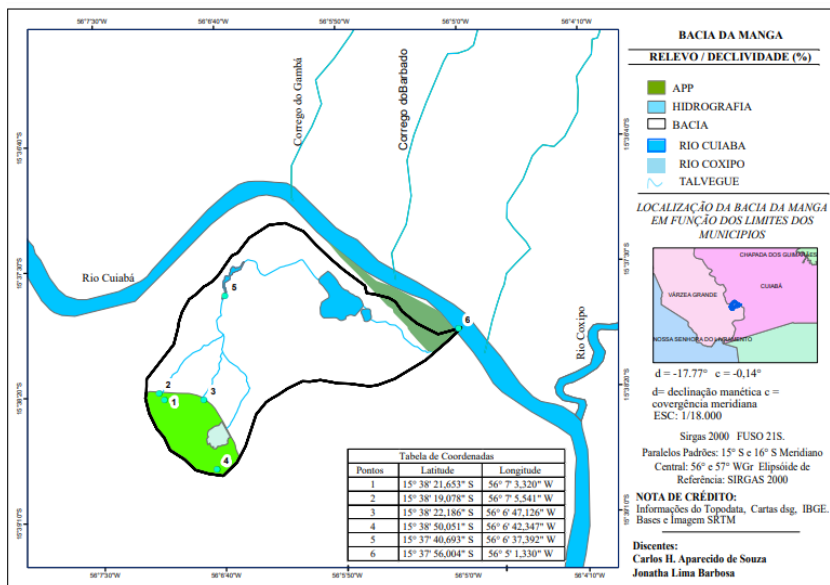
4.1.3 Feições geomórficas urbanas

As áreas em estudo foram divididas em feições geomórficas urbanas, tais como: área do aeroporto com presença de solos rasos, área do aeroporto com presença de solos profundos, áreas urbanizadas com edificações, áreas urbanas com residual de vegetação, áreas das baixadas (lagoas) com lâmina d'água permanente, áreas das baixadas (lagoas) com lâmina d'água intermitente e sazonal, e a área do exutório.

4.1.4 Levantamento de campo e coleta de amostras

As amostras de solos e base de dados foram coletadas nos pontos escolhidos durante o levantamento *in loco*, no dia 21 de maio de 2022. Após definição dos pontos, foram produzidos os mapas no ArcGis, onde realizou-se a caracterização, tais como: condições físicas do tipo de solo, presença de formas erosivas, informações de uso e ocupação, e outras informações necessárias para avaliar as condições de susceptibilidade à erosão dos solos da microbacia do Córrego Manga, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Mapa da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT



Fonte: Construção dos autores, 2022.

As amostras de solos e o levantamento de dados foram obtidos nos pontos escolhidos durante o levantamento *in loco*, no dia 21 de maio de 2022, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Coleta de amostras de solos e dados de campo



Fonte: Construção dos autores, 2022.

As amostras de solos coletadas para análise foram extraídas até 1 metro de profundidade, nos pontos definidos para analisar e caracterizar sua granulometria e textura. As análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia e Zootecnia/UFMT.

4.1.5 Análise das amostras em laboratório

A análise da composição física do solo é obtida a partir da análise granulométrica, realizada no Laboratório de Física do Solo da FAAZ/UFMT, a qual permite determinar a proporção dos componentes das frações do solo, de acordo com seus diâmetros, sendo elas: Cascalho (CAS), Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), Areia Total (AT), Areia Muito Grossa (AMG), Areia Grossa (AG), Areia Média (AM), Areia Fina (AF), Areia Muito Fina (AMF), silte (SIL) e argila (ARG).

A determinação da composição granulométrica do solo foi realizada com base na metodologia descrita por Teixeira *et al.* (2017).

As amostras coletadas foram, então, preparadas, colocando o material para secar, destorroando os agregados, a fim de propiciar que estivessem aptas a iniciar a análise.

Este método segue o princípio da dispersão física por meio mecânico e dispersão química por meio de agente químico (NaOH), propiciando a estabilização da amostra por meio de agitador, em uma solução dispersante adequada, seguida da separação das frações por peneiramento e sedimentação. A quantificação de cascalho e terra fina seca ao ar foi feita por peneiramento, e a quantificação das demais frações (textura) foi feita por meio do densímetro de Boyoucos.

Com base nos valores da análise granulométrica e textural, foi possível auxiliar na análise da erodibilidade dos solos da microbacia hidrográfica.

4.1.6 Determinação da erodibilidade

Deve-se identificar evidências de erodibilidade, conforme o tipo de solo, e este estudo é feito *in loco*, onde é classificada a suscetibilidade do solo à erosão, que pode ser laminar e/ou linear (Turini *et al.*, 2022):

- Suscetibilidade à erosão laminar:
 - I – Extremamente suscetível;
 - II – Muito suscetível;
 - III – Moderadamente suscetível;
 - IV – Pouco suscetível; e
 - V – De pouco a não suscetível.
- Suscetibilidades à erosão linear:
 - I – Extremamente suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas;
 - II – Muito suscetível a sulcos e ravinas e pouco suscetível a boçorocas;

- III – Moderadamente suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas;
- IV – Suscetível a ravinas e não suscetível a boçorocas; e
- V – Não suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas.

As formas de erosão do solo brasileiro podem ser normalmente medidas, mapeadas e classificadas por meio de pesquisas de campo. Por isso a aplicação da ferramenta pode ser realizada de acordo com a classificação das formas de erosão (Lepsch *et al.*, 2015), conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 5 - Classes de erodibilidade, adaptado de Bertoni e Lombardi (1985)

Classes de Erodibilidade	Classes Pedológicas
1 – Muito erodível	Neossolo Litólico Neossolo Quartzarênico Neossolo Flúvico Neossolo Regolítico Argissolo Plintossolo Cambissolo Espodossolo Vertissolo
2 – Moderadamente erodível	Chernossolo Luvissolo Alissolo Nitossolo
3 – Pouco erodível	Latossolo Gleissolo e Organossolo em áreas aplainadas e alagadiças

Fonte: Bertoni e Lombardi (1985).

De forma geral, pode-se ainda classificar a erosão com base nas formas erosivas, conforme descrito no Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação das formas erosivas

Laminar	Ligeira	Sulcos	Frequência	Profundidade
	Moderada		Ocasionais	Superficiais
	Severa		Frequentes	Rasos
	Muito severa		Muito frequentes	Profundos
	Extrema severa			Muito profundos
	Desbarrancadas			

Fonte: Adaptado de Lepsch *et al.*, (2015).

Ressalta-se que, neste estudo, a análise da erodibilidade do solo foi feita com base nas condições específicas de solo, considerando o levantamento de campo e os resultados das análises de solo coletadas, como forma alternativa ao que foi proposto por Bertoni e Lombardi Neto (1985), em razão de que, devido ao tempo exíguo, não foi possível fazer o levantamento taxonômico das classes de solos existentes na microbacia hidrográfica. Soma-se a isto a intensa urbanização, o que descaracterizou em grande intensidade os solos presentes na referida área de estudo. Aliado a isto, tem-se que os mapas de solos existentes e disponíveis não propiciam escala em nível de detalhe suficiente para serem utilizados como fonte representativa dos solos existentes na microbacia hidrográfica.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

Após a delimitação da área de estudos, caracterizou-se os parâmetros morfométricos e fisiográficos da bacia hidrográfica, sendo que o Quadro 7 mostra os parâmetros morfométricos da microbacia do córrego da Manga.

Quadro 7 - Parâmetros morfométricos da microbacia do córrego da Manga

Parâmetros Morfométricos	Valor	Unidade
Características Geométricas		
Área da Bacia	6	km ²
Perímetro	10,75	km
Fator de Forma (F)	1,52	-
Comprimento do Talvegue	5,958	km
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,28	-
Índice de Circularidade (Ic)	2,3	-
Densidade Hidrográfica	0,14	N/km ²
Características de Relevô		
Declividade Mínima	1	%
Declividade Mediana	2	%
Declividade Máxima	3	%
Altitude da Bacia Mediana	168	m
Declividade Média do Talvegue	11,37	m/Km
Altitude da Bacia Máxima	194	m
Altitude da Bacia Mínima	150	m
Características de Drenagem		
Longitude dos rios	11,35	km
Densidade de Drenagem	0,99307	km/km ²
Ordem dos Cursos de Água	2	-

Fonte: Construção dos autores, 2022.

O córrego da Manga apresenta uma área de drenagem de 6 km² e perímetro de 10,75 km. De acordo com Rocha (1991), a bacia do córrego da Manga se classifica como microbacia hidrográfica, devido a apresentar dimensão superficial inferior a 20.000 ha (hectare).

O tempo de evacuação da água após a ocorrência de precipitações possibilita aumentar ou diminuir a probabilidade de enchentes, de modo que, quanto menor a área da bacia, menor o tempo de contribuição de toda a bacia. Ou seja, ao analisar apenas a área da bacia, a mesma em estudo possui probabilidade de ocorrer enchentes em alguns pontos, no entanto, outros parâmetros devem ser levados em consideração (Tucci, 2012).

O Coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo, sendo calculado pela relação entre o perímetro da bacia hidrográfica (P) e a circunferência com área igual à da bacia, sendo $Kc = 0,282 \cdot P / \sqrt{A}$. Se a bacia fosse circular e o córrego da Manga estivesse

no centro, as chuvas chegariam simultaneamente ao leito, provocando as enchentes. Quanto mais próximo de 1, maior será a tendência da bacia às enchentes. Como $K_c = 1,28$, considera-se que a bacia é pouco sujeita a enchentes.

O Fator de Forma (F) relaciona a forma da bacia com um retângulo, sendo calculado pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (L). Como a largura média é dada pela relação entre a área (A) e o perímetro da bacia, $F = A/L^2$, tem a mesma interpretação de K_c , ou seja, quanto mais estreita e alongada for a bacia, menor será a possibilidade da ocorrência de chuvas, em toda a sua extensão, sendo menos sujeita a enchentes, tendo em vista que o F baixo é menos suscetível a enchentes, no caso $F = 1,52$.

O Índice de Circularidade (IC) tem o mesmo conceito e interpretação que o Coeficiente de Compacidade, embora calculado por outra fórmula: $IC = 12,57 \cdot A/P^2$, onde A é a área da bacia e P o perímetro. O valor tende para a unidade quando a bacia se aproxima da forma circular, e diminui conforme a mesma se torna mais alongada. Como $IC = 2,3$, a bacia é sujeita a enchentes.

A Densidade Drenagem (Dd) relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia e, em alguns casos (assim como a Densidade de Drenagem), a classificação de Carvalho (2007), Bacias com drenagem regular $\rightarrow 0,5 \leq Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$, sendo o valor obtido para o presente caso de $Dd = 0,99307$.

A Ordem dos Cursos d'água é o índice de ramificação do rio principal da bacia. Segundo Strahler, todos os trechos de nascente recebem o número 1 e talvegue 2. Trechos de ordem 1, se encontram o trecho à jusante, tomam o número 2, assim o curso de ordem final é 2.

Neste sentido, os parâmetros morfométricos e fisiográficos revelam que a microbacia do córrego da Manga mesmo está sujeita a enchentes, ressaltando que outros fatores devem ser levados em consideração, como uso e ocupação do solo.

4.2.1 Distribuição das feições erosivas

Por meio dos trabalhos de campo realizados na área de estudo, verificou-se a existência de processos erosivos ocasionados em diferentes fisionomias da paisagem, onde foi feita a divisão por feições geomorfológicas urbanas, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 - Feições geomórficas urbanas do córrego da Manga

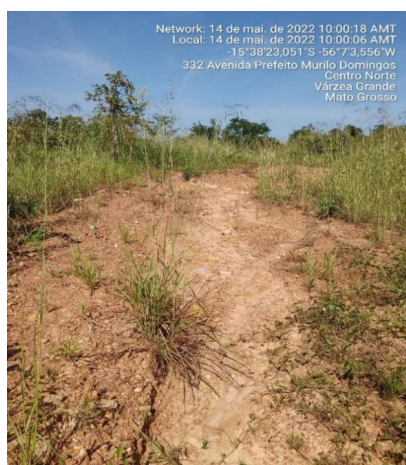
Feições	Situações identificadas	Problemáticas
1 - Área dentro do limite da área do aeroporto com solos rasos	- Presença de erosão laminar e suscetibilidade à erosão laminar: Muito suscetível - Presença de formas erosivas laminar: ligeira e moderada; - Áreas com solos parcialmente descobertos e expostos; - Manejos inadequados das atividades de manutenção de aceros.	- Aumento das perdas de solo, devido às atividades antrópicas; - Presença de processos erosivos (laminar); - Carreamento de partículas de solo pelo processo erosivo, contribuindo para o assoreamento na nascente do córrego.
2- Área dentro do limite do aeroporto com solos mais profundos	- Áreas com solos parcialmente descobertos e expostos; - Presença de erosão em sulco e susceptibilidade a erosão em sulco em locais de maior declividade - Presença de erosão em sulcos: ocasionais e muito frequentes, pouco profundos e profundos; - Manejos inadequados das atividades de manutenção de aceros.	- Aumento das perdas de solo, devido às atividades antrópicas; - Presença de processos erosivos (laminar e sulcos); - Carreamento de partículas de solo pelo processo erosivo, contribuindo para o assoreamento da nascente do córrego.
3- Área urbanizada com edificações	- Eliminação drástica da cobertura vegetal do solo; - Impermeabilização do solo com edificações; - Degradação de solo com perdas das suas características originais.	- Substituição intensa da vegetação por edificações causando processos erosivos intensos.

Feições	Situações identificadas	Problemáticas
4- Área urbanizada com residual de vegetação à beira dos córre- gos	- Degradação das margens do córrego, ocasionadas pelo avanço urbano desorganizado; - Ausência de dissipadores de energia para diminuir velocidade do curso d'água; - Ausência de contenções nas margens do córrego ao longo do seu percurso em locais de maior energia cinética.	- Eliminação da áreas de APP's, causando processos erosivos intenso nas margens do córrego; - Solapamento das encostas e margens do manancial de água, causando processos erosivo intenso e contribuindo para aumento da intensidade de assoreamento do córrego.
5- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água permanente	- Áreas de recebimento parcial dos sedimentos transportados das outras feições anteriores, restando parcialmente os sedimentos trazidos pelo curso d'água.	- Alteração do regime hídrico natural; - Alteração da área de abrangência do tamanho das lagoas; - Alteração da qualidade da água dos corpos hídricos; - Assoreamento das lagoas.
6- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água inter- mitente e sazonal		
7- Área do exutório referente às lagoas abandonadas (Sadia)	- Área de recebimento dos sedimentos transportados de todas as feições anteriores, evitando o transporte de partículas de forma intensa para o Rio Cuiabá.	- Falta de manutenção das lagoas; - Falta de práticas de conservação do solo.

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nas áreas dentro do limite do aeroporto com solos rasos (feição 1), observou-se a presença de erosões laminares, devido à exposição de solos parcialmente descobertos, não contribuindo para a redução do escoamento superficial e o aumento da infiltração, sendo que, para aumentar essa contribuição, se utilizam técnicas que promovem o aumento da rugosidade do solo (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016), conforme a Figura 16.

Figura 16 - Identificação de erosão laminar, em solo parcialmente descoberto



Fonte: Construção dos autores, 2022.

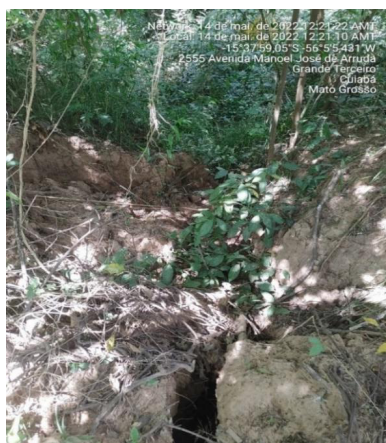
As coberturas vivas, de qualquer cultura de plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, em agrupamentos homogêneos, são alternativas práticas para a finalidade de proteger o solo da ação direta da chuva, do escoamento superficial e do vento, evitando que o solo seja degradado e removido por agentes erosivos, melhorando as condições físico-químico-biológicas (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

A cobertura viva deve consistir em espécies que crescem bem nas condições locais de solo e clima que tenham um sistema radicular eficiente para fixar o solo e criar resistência para o estabelecimento de espécies invasoras. Produz grande quantidade de matéria seca em

brotos com sistema foliar suficientemente denso, podendo ser pequena em tamanho, além de fornecer substrato para microrganismos do solo (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

A segunda feição, também pertencente ao aeroporto com presença de solos mais profundos, além de erosão laminar, também apresentou erosões em sulcos, conforme a Figura 17. São oriundos do processo avançado de erosão hídrica; resultam em sulcos profundos nos terrenos, abertos devido à ação erosiva da água da chuva que escoar na superfície, de modo concentrado, após eventos de precipitações intensas.

Figura 17 - Identificação de erosão em sulcos



Fonte: Construção dos autores, 2022.

A erosão em sulco é um processo avançado de erosão hídrica, criam-se profundas valetas que aparecem no terreno devido à ação erosiva da água da chuva concentrada no escoamento superficial, após um evento de forte precipitação, podendo apresentar enxurradas (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

Ressalta-se que, nesses locais, o manejo inadequado de aceros, com eliminação da vegetação ao longo de cercas e muros, e sem a devida mitigação de carreamento de partículas, está agravando o processo erosivo, contribuindo, de forma significativa, para o assoreamento da nascente do córrego da Manga. Relacionado a isso, deve-se semear

ou realizar o enleivamento de grama, tornando o canal gradualmente coberto, protegendo-o da erosão, ou optar por outras alternativas, tais como instalação de estruturas que impeçam o fluxo de água e sedimentos, ressaltando que a distância entre eles e a relação de altura e largura deve levar em conta cálculos como os utilizados para a construção, principalmente se as intervenções técnicas envolverem mobilização em massa da área em questão (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

Em áreas urbanizadas com edificações (terceira e quarta feições), destaca-se a presença de degradação das margens do córrego, ocasionadas pelo avanço urbano desorganizado, evidenciando a presença de moradias instaladas nas encostas do córrego, intervenções essas que modificam as condições de estabilidade local, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Degradação das margens do córrego



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Esse avanço nas margens do córrego retira a cobertura superficial da encosta, causada pelas construções. O próprio material de escavação

dos cortes, sem compactação, proteção superficial e drenagem, para implantação de moradias ou acessos, ocasiona situações críticas de instabilidade nas encostas, devido ao porte das habitações, concentrando erosões nas margens do córrego.

As ocupações não foram feitas da forma mais adequada, pois também se observa a ausência de sistemas de drenagem superficial que disciplinem as águas pluviais e servidas, além da construção de fossas negras que favorecem a infiltração das águas nas encostas e lançamento de resíduos sólidos próximos ao córrego.

A erosão da margem do córrego é uma das manifestações evidentes na região urbana, na qual o processo de erosão ocorre quando o fluxo da água gradativamente aumenta sua velocidade, se obtém energia, combinada de todas as forças que atuam sobre o material erodível, excedendo o resultado efetivo, que tende a manter o material no lugar (Holanda, 2009), conforme a Figura 19.

Figura 19 - Fluxo d'água do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nestes locais podem ser instalados gabiões, que são paredes compostas por caixas quadradas de pedra, nas quais fragmentos de rocha são cercados por telas de arame. Eles fornecem boa drenagem e resistem eficazmente ao movimento do solo. Ao preencher a tela de arame, um gabião pode ser formado intercalando estacas de madeira viva na pedra, posicionando as estacas através do gabião com uma extremidade ancorada na encosta e a outra saindo da frente do gabião. Após a germinação e desenvolvimento do material vegetal, as estacas irão enraizar-se e depois ancorar-se à estrutura na encosta, ravina ou talude, o que tornará a estrutura mais resistente aos efeitos dos processos erosivos (Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

Nas áreas das baixadas (quinta e sexta feições) apresentam-se lagoas com lâmina d'água permanente e com lâmina d'água intermitente e sazonal, destacando por serem depósitos parciais dos sedimentos transportados pelas regiões anteriores, sendo que na mesma região se observou a presença de solos hidromórficos e vegetações de médio porte, conforme a Figura 20. Nesses locais, foram visíveis alterações do regime hídrico e da área de abrangência natural das lagoas, sendo identificada alteração da qualidade da água e da vegetação original.

Figura 20 - Lagoas com lâmina d'água intermitente



Fonte: Construção dos autores, 2022.

A área do exutório (sétima feição) da foz, referente às lagoas abandonadas pela empresa multinacional brasileira do ramo alimentício, tornam-se áreas de recebimento dos sedimentos transportados de todas as feições anteriores, evitando o transporte ao exutório localizado no Rio Cuiabá, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Exutório do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nesses locais, apesar de estarem amenizando os transportes de partículas para os afluentes de maior grandeza, retendo os sedimentos oriundos das feições de partes mais altas da microbacia, foi observado que existe intensa alteração do regime hídrico e da área de abrangência natural das lagoas, sendo identificada a alteração da qualidade da água e da vegetação original que existia.

4.2.2 Erodibilidade do solo e susceptibilidade à erosão

Conforme análise laboratorial de solo, as características encontradas nas amostras são o grande teor de cascalho e silte, e

relativamente baixo teor de argila, que demonstram alta vulnerabilidade das áreas à erosão, evidenciada pelos resultados de granulometria e textura das amostras de solos coletadas, conforme a Tabela 2.

A análise granulométrica do solo permite a classificação dos componentes sólidos presentes nos solos em classes de tamanho das partículas individuais, conforme seus diâmetros, tais como: Cascalho (CAS), Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), Argila (ARG), Silte (SIL), Areia Total (AT), Areia Muito Grossa (AMG), Areia Grossa (AG), Areia Média (AM), Areia Fina (AF), e Areia Muito Fina (AMF).

Conforme a Tabela 3, com os resultados obtidos da Tabela 2, foram atribuídas as seguintes classificações das amostras, com base em partículas relevantes, cascalho, argila, silte e areia fina + areia muito fina.

Tabela 2 - Análise granulométrica das amostras coletadas

Amostra	g/kg									
	Cascalho	TFSA	Argila	Silte	AT	AMG	AG	AM	AF	AMF
1	101	899	289	337	374	12	32	92	151	87
2	13	987	239	77	684	12	43	162	312	155
3	20	980	249	77	674	23	35	175	291	150
4	409	591	279	137	584	57	74	103	152	198
5	2	998	149	117	734	5	25	202	337	165
6	4	996	449	207	344	9	5	15	93	222

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nota: TFSA = Terra Fina Seca ao Ar; AT = Areia Total; AMG = Areia Muito Grossa; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média; AF = Areia Fina; AMF = Areia Muito Fina.

Tabela 3 - Classificações de amostra por grau de limitação

Amostra	Nota				Nota Total	Classificação Erodibilidade
	Cascalho	Argila	Silte	AF+AMF		
1	2	3	4	2	11	2º
2	1	3	1	4	9	4º
3	1	3	1	4	9	4º
4	4	3	2	3	12	1º
5	1	4	1	4	10	3º
6	1	1	3	3	8	5º

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Nota: Grau de Limitação: muito suscetível = 4; suscetível = 3; moderadamente suscetível = 2; pouco suscetível = 1.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se identificar as seguintes caracterizações dos solos:

Na amostra (1), a fração cascalho e frações areia fina + areia muito fina mostram grau de limitação nota 2; a fração argila mostra o grau de limitação nota 3; e a fração silte mostra o grau de limitação nota 4; e, assim, classificando como muito suscetível na análise realizada, pois demonstra-se que na amostra do ponto (1) se encontra quantidade maior de silte, sendo muito suscetível aos agentes erosivos, uma vez que não possui características complementares, como alto teor de argila, possuindo, ainda, certa quantidade de cascalho e de areia fina + areia muito fina.

Na amostra (2), as frações cascalho e silte possuem o grau de limitação nota 1; fração argila o grau de limitação nota 3; e a fração areia fina + areia muito fina grau de limitação nota 4; demonstrando que na amostra do ponto 2 encontra-se quantidades maiores de areia fina e areia muito fina e relativamente baixo teor de argila, porém, menores quantidades de silte e cascalho. Sendo assim, mostra que esse ponto é suscetível aos agentes erosivos.

Na amostra (3), a fração cascalho e a fração silte apresentam-se com o grau de limitação nota 1; na fração argila, o grau de limitação é nota 3; e frações areia fina + areia muito fina, grau de limitação nota 4. Desse modo, tem-se quantidades maiores de areia fina + areia muito fina e, relativamente, baixo teor de argila, porém, menores quantidades de silte e cascalho. Sendo assim, mostra que esse ponto é suscetível aos agentes erosivos, similar ao encontrado na amostra 2.

Na amostra (4), a fração cascalho apresenta-se com o grau de limitação nota 4; a fração argila e as frações areia fina + areia muito fina apresentam grau de limitação nota 3; a fração silte apresenta o grau de limitação nota 2; e, assim, apresenta, neste ponto, maior quantidade de cascalho, relativamente maior quantidade de areia fina + areia muito fina, e relativamente, menor quantidade de argila, caracterizando como área muito suscetível aos processos erosivos.

Na amostra (5), as frações cascalho e silte apresentaram grau de limitação nota 1; as frações argila e areia fina + areia muito fina apresentaram grau de limitação nota 4; demonstrando que este ponto é muito suscetível aos agentes erosivos, pois apesar de apresentar poucas quantidades das frações cascalho e silte, apresentam baixo teor de argila e altos teores de areia fina + areia muito fina.

Na amostra (6), as frações cascalho e argila mostram o grau de limitação nota 1; e as frações silte e areia fina + areia muito fina mostram o grau de limitação nota 3. Sendo assim, essa área é considerada de pouco a moderadamente suscetível à erosão, em razão das pequenas quantidades de cascalho e teor de argila, além de moderadas proporções de silte e areia fina + areia muito fina.

De acordo com os resultados apresentados anteriormente (Tabelas 2 e 3), definiu-se as classificações da erodibilidade em todas as feições designadas, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Feições geomórficas urbanas do córrego da Manga

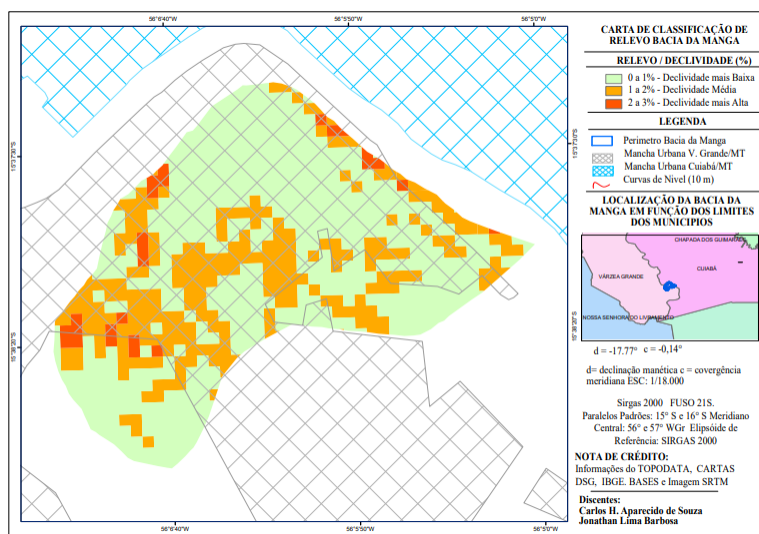
Feições	Amostras	Caracterização das amostras	Profundidade de solos	Erodibilidade
1 - Área dentro do limite do aeroporto com solos rasos	Amostras 01 e 02	Grau de limitação = 3 e 4 Suscetível e muito suscetível.	Presença de solos rasos	Muito erodível
2- Área dentro do limite do aeroporto com solos mais profundos	Amostras 03 e 04	Grau de limitação = 3 e 4 suscetível e muito suscetível a erosão.	Presença de solos profundos	Moderadamente erodível
3- Área urbanizada com edificações	Amostra 05	Grau de limitação = 4 muito suscetível.	Presença de solos com profundidade variável	Moderadamente erodível
4- Área urbanizada com residual de vegetação a beira dos córregos			Presença de solos profundos	
5- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água permanente	Não foi possível coletar amostras devido à presença constante de água na região.	Presença de lagoas.	Não foi possível detectar devido à presença constante de água na região.	Pouco erodível
6- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água intermitente e sazonal				
7- Área do exutório referente as lagoas abandonadas da Sadia	Amostra 06	Grau de limitação = 1 e 2 pouco a moderadamente suscetível.	Presença de solos profundos	Pouco erodível

Fonte: Construção dos autores, 2022.

A alternância da declividade média da bacia é um fator importante que afeta a temperatura e a precipitação. Grandes mudanças na altura dentro de uma bacia podem produzir diferenças na temperatura média, que, por sua vez, levam a mudanças na evaporação e precipitação anual (Villela; Matos, 1975).

A determinação das formas do relevo e a análise da altitude são importantes na análise dos variados elementos climáticos e de áreas de depósitos sedimentares e erosão, conforme a Figura 22.

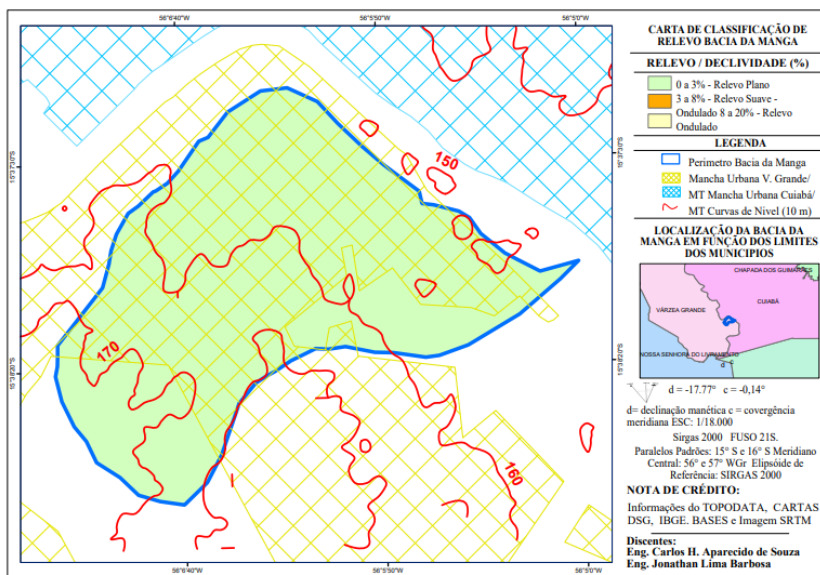
Figura 22 – Mapa de declividade da bacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Pode-se dizer que a microbacia do córrego da Manga não está sujeita a grandes diferenças de temperatura e precipitação devido à pequena mudança de altitude, pois a microbacia é plana e a declividade varia de 0 a 3%, conforme a Figura 23.

Figura 23 – Mapa de relevo da bacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

As características do relevo da bacia hidrográfica do córrego Manga apresentam declividade média de 2% e máxima de 3%. De acordo com a EMBRAPA (1999), a velocidade do escoamento pode ser superficial, determinada pela declividade da bacia que classifica a variação da declividade, conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Variação relativa da declividade comparando com a classificação da EMBRAPA (1999)

Classes de declividade	Declividade	Porcentagem (%) de declividade em relação a área de estudo
Plano	0-3 %	100%
Suave ondulado	3-8 %	0%
Ondulado	8-20 %	0%
Forte ondulado	20-45 %	0%
Montanhoso	45-75 %	0%
Escarpado	>75 %	0%

Fonte: EMBRAPA (1999).

Portanto, através da compatibilização das informações do Quadro 8 com as informações do Quadro 10, conforme metodologia utilizada, com base nos dados da classificação de erodibilidade do solo, a partir de dados de declividade da microbacia do córrego da Manga, foram determinadas e identificadas as classes suscetíveis à erosão laminar, definindo como de pouco a não suscetível, até moderadamente suscetível, para as feições geomórficas, conforme o Quadro 11.

Quadro 11 - Descrição da suscetibilidade à erosão das feições geomórficas urbanas do córrego da Manga

Feições	Erodibilidade	Declividade	Sucessibilidade	Descrição
1 - Área dentro do limite do aeroporto com solos rasos	Muito erodível	Declividade menor que menor 3%	Moderadamente suscetível	Corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, sendo favoráveis a ocupação por pastagens e culturas perenes, e parcialmente indicados à culturas anuais, mas exigindo práticas conservacionistas intensivas mecanizadas.
2- Área dentro do limite do aeroporto com solos mais profundos	Moderadamente erodível		Pouco a não suscetível	Corresponde a terrenos sem problemas complexos de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura, com práticas simples, não mecanizadas de conservação.
3- Área urbanizada com edificações	Moderadamente erodível		Pouco a não suscetível	
4- Área urbanizada com residual de vegetação a beira dos correios				
5- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água permanente	Pouco erodível		Pouco a não suscetível	
6- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água intermitente e sazonal				
7- Área do exutório referente as lagoas abandonadas pelo setor privado	Pouco erodível		Pouco a não suscetível	

Fonte: Construção dos autores, 2022

Os solos da microbacia do córrego da Manga enquadram-se como imperfeitamente drenados a muito mal drenados, com o nível d'água normalmente elevado, ocasionando os processos de escoamento concentrado ao longo da drenagem, remobilização e deposição de sedimentos finos, bem como escoamento difuso e lento nas planícies, terraços fluviais e margens de lagos. Ficou evidente o potencial da erodibilidade e suscetibilidade nas feições definidas na microbacia do córrego da Manga.

Com relação à descrição contida no Quadro 11, apesar de serem recomendações para terrenos com problemas desde complexos até menos complexos, deve-se levar em consideração que, na área estudada, se trata de ocupação urbana e, portanto, com dinâmica de uso e ocupação diferenciada. Porém, onde não houver edificações, se deve seguir estas recomendações, ainda devendo propiciar medidas mitigadoras, onde as edificações forem construídas para compensar o aumento do fluxo da água superficial e da erosão. Considera-se, também, que se deve fazer a recomposição e a preservação da vegetação natural, a qual tem muita eficiência e efetividade no controle do fluxo superficial da água e da erosão, especificamente ao longo do córrego da Manga. Ressalta-se que as recomendações contidas no Quadro 12 são relativas à utilização para áreas agrícolas, devendo-se fazer a devida ponderação e analogia com relação às áreas com utilização para fins urbanos.

Ressalta-se que na área estudada próxima da nascente foram encontradas concentrações do escoamento em linhas de fluxos. Isso ocorre devido às áreas descobertas e expostas às intempéries da declividade do terreno, que desviam o curso d'água. A erosão linear pode desenvolver desgastes nas cabeceiras, fazendo com que o fluxo se aprofunde e se alargue, o que provoca as formas em sulcos, ravinas e voçorocas, conforme o Quadro 12.

Percebe-se que, pela descrição das classes de suscetibilidade à erosão linear (sulcos), as áreas das feições geomórficas da microbacia do córrego da Manga estão mais sujeitas ao aparecimento de erosão, na forma de sulcos,

mais em razão do uso e ocupação que propriamente relativo às condições de solo. Nesse sentido, atenta-se, conforme colocado anteriormente, para a forma adequada de uso e ocupação do solo, promovendo sua efetiva cobertura, destinação adequada da água de escoamento superficial para não causar concentração de fluxo superficial, o que acarreta intensificação no aparecimento de erosão em sulcos, especificamente à beira do referido córrego.

Quadro 12 - Suscetibilidades à erosão linear de acordo com as feições geomórficas

Feições	Classe Erosão Linear	Descrição
1 - Área dentro do limite da área do aeroporto com solos rasos	IV – Suscetível a ravinas e não suscetível a boçorocas.	São áreas favoráveis a concentração dos fluxos d'água, contudo, a cobertura pedológica apresenta profundidade relativamente pequena, ou presença de camada subsuperficial resistente ao aprofundamento das ravinas impedindo a interceptação de aquífero freático eventualmente existente.
2- Área dentro do limite do aeroporto com solos mais profundos	III – Moderadamente suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas.	São áreas de dispersão de fluxos d'água bem drenadas, e com elevadas permeabilidades até grandes profundidades, facilitando a infiltração das águas de chuva. Os processos erosivos por ravinamento ocorrem condicionados a grandes concentrações das águas de escoamento superficial, devido a determinadas formas de ocupação que favorecem a sua condução (ruas, trilhas, estradas). Fenômenos de piping, desenvolvendo boçorocas, somente manifestam-se quando o aprofundamento das ravinas intercepta o aquífero freático, que geralmente ocorrem a profundidade relativamente grande.
3-Área urbanizada com edificações		
4- Área urbanizada com residual de vegetação a beira dos córregos		
5- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água permanente	V – Não suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas.	São áreas de agradação (deposição de sedimentos no leito de cursos d'água), constituídas por terrenos aplainados, impossibilitando o escoamento das águas superficiais, mesmo quando submetidos a diferentes formas de ocupação, e que apresentam gradientes subterrâneos muito baixos, incapazes de gerar fenômeno de piping
6- Área das baixadas (lagoa) com lâmina d'água intermitente e sazonal		
7- Área do exutório referente as lagoas abandonadas da Sadia		

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Com todas as informações obtidas, foi possível a elaboração de uma síntese dos diagnósticos, dos problemas encontrados e das recomendações para a microbacia do córrego da Manga, as quais se encontram no Quadro síntese (Quadro 15).

Em síntese, a utilização do método VERAH facilitou a avaliação dos conjuntos de características do componente ambiental erosão e a detecção de um conjunto de problemas de erosão, ocasionados, inicialmente, nas áreas próximas à montante, com solos parcialmente descobertos e expostos, e velocidade dos fluxos d'água que dissipa energia, degradando as margens do córrego da Manga, transportando para o exutório localizado no Rio Cuiabá.

O reflorestamento das áreas degradadas e expostas, próximas da nascente, protege os solos dos impactos ocasionados pelas chuvas e ventos, ressaltando-se que as camadas vegetais aumentam a infiltração de água no solo e protegem da exposição.

Seguindo toda trajetória do córrego, evidenciou-se erosões no entorno dos corpos hídricos, ocorridas pelas cargas excessivas no uso e ocupação do solo. Ressalta-se, ainda, que o poder público deve fiscalizar e aplicar as leis municipais específicas para habitações.

Orienta-se, nesses locais, a construção de muros gabiões, que além de servirem como paredes estruturais para taludes íngremes, devido à resistência aos impactos ocasionados pelo fluxo d'água, dissipando energia, outrossim, atuam como drenos, de forma a evitar a retenção de água nas margens, desse modo, inibindo os eventuais solapamentos nas encostas do córrego.

O deságue hídrico errôneo ocasiona erosões evidenciadas, se fazendo necessária a utilização de estruturas dissipadoras de energia para diminuir a velocidade de escoamento do curso d'água.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana do município deve ser aplicado severamente, principalmente em relação ao controle ambiental, executar fiscalizações nas áreas de possíveis inundações, além de incentivar os proprietários habitacionais a aumentarem as

áreas permeáveis pertencentes ao seu terreno. Ainda aplicar todo o cadastramento do sistema de drenagem da região, uma vez que as drenagens pluviais e superficiais são de suma importância.

Contudo, diante dos resultados obtidos, é necessária a intervenção da gestão pública para realizar a gestão e gerenciamento dos impactos na microbacia, diminuindo-se os agravantes, além do mais, planejar o desenvolvimento futuro, sem causar maiores danos ao meio ambiente.

4.3 REFERÊNCIAS

ANGILERI, S. E., CONOSCENTI, C., HOCHSCHILD, V., MÄRKER, M., ROTIGLIANO, E., & AGNESI, V., 2016. Water erosion susceptibility mapping by applying stochastic gradient treeboost to the Imera Meridionale river basin (Sicily, Italy). **Geomorphology**, v. 262, p. 61-76. doi:10.1016/j.geomorph.2016.03.0

BABUR, E., USLU, Ö. S., BATTAGLIA, M. L., DIATTA, A., FAHAD, S., DATTA, R., & DANISH, S. Studying soil erosion by evaluating changes in physico-chemical properties of soils under different land-use types. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 3, p. 190- 197, 2021. doi: 10.1016/j.jssas.2021.01.005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba, Livroceres, 1985. 392p.

BONFANTE, A., TERRIBILE, F., & BOUMA, J., 2019. Refining physical aspects of soil quality and soil health when exploring the effects of soil degradation and climate change on biomass production: an Italian case study. **Soil**, v. 5, n.1, p. 1- 14, 2019. doi: 10.5194/soil-5-1-2019, 2019.

CARDOSO, DIONE P. *et al.* Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 632-638, 2012.

CARVALHO, Ricardo *et al.* Erosão hídrica em Latossolo Vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1679-1687, 2007.

CHALISE, D., KUMAR, L., & KRISTIANSEN, P. Land degradation by soil erosion in Nepal: A review. **Soil Systems**, v.3, n.1, 2019. doi:10.3390/soilsystems3010012.

COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FONSECA, F., FIGUEIREDO, T., NOGUEIRA, C., QUEIRÓS, A. Effect of prescribed fire on soil properties and soil erosion in a Mediterranean mountain area. **Geoderma**, v. 307, 172-180, 2017.

FONSECA, F., SILVA, D., BUENO, P., HERNÁNDEZ, Z., ROYER, A.C., FIGUEIREDO, T. Temporal dynamics of carbon storage in mountains shrub areas managed by prescribed fire. **Catena**, v. 212, p. 106-107, 2022.

GONZALEZ, A. Z. D. *et al.* Susceptibilidade à Erosão Marginal no Perímetro Urbano de Cáceres-MT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 01, p. 518-534, 2022.

HOLANDA, F. S. R. *et al.* Controle da erosão em margens de cursos d'água: das soluções empíricas à técnica da bioengenharia de solos. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 17, 2009.

KIPPER-ALVES, LEONARDO *et al.* **Erosão do solo em áreas de matos de montanha: efeito do fogo controlado**. In: IX Congresso Ibérico das Ciências do Solo (CICS 2022). Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo, 2022. p. 394-397.

KRISHNA BAHADUR, K. C. Mapping soil erosion susceptibility using remote sensing and GIS: a case of the Upper Nam Wa Watershed, Nan Province, Thailand. **Environmental Geology**, v. 57, n.3, p. 695–705, 2008. doi:10.1007/s00254-008-1348-3.

LEPSCH, I. F., ESPINDOLA, C. R., VISCHI FILHO, O. J., HERNANI, L. C., SIQUEIRA, D. S. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, n. 175, 2015.

LIVESLEY, S.J.; ESCOBEDO, F.J.; MORGENROTH, J. The Biodiversity of Urban and Peri-Urban Forests and the Diverse Ecosystem Services They Provide as Socio-Ecological Systems. **Forests**, v.7, n.12, 01-05, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/f7120291>

PARK, S., OH, C., JEON, S., JUNG, H., & CHOI, C. Soil erosion risk in Korean watersheds, assessed using the revised universal soil loss equation. **Journal of hydrology**, v. 399, n.3-4, p. 263- 273, 2011. doi:10.1016/j.jhydrol.2011.01.004.

RIBEIRO, J. C.; SALOMÃO, F. X. T. Abordagem morfoopedológica aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos na bacia hidrográfica do alto rio da casca, MT. **Geociências**, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2003.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciências e aplicações**. 4. ed. Porto Alegre: U G's, 943 p. 2012.

TURINI, LARISSA R. *et al.* Determinação dos parâmetros fisiográficos da microbacia do Córrego Buritizinho–Mato Grosso-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 02, p. 767-782, 2022.

VERDUM, ROBERTO; VIEIRA, CARMEM LUCAS; CANEPPELE, JEAN CARLO GESSI. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. 2016.

VILLELA, S.M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Editora McGraw-Hill. São Paulo, 1975.

WANG, X., ZHAO, X., ZHANG, Z., YI, L., ZUO, L., WEN, Q., LIU, F., XU, J., HU, S., & LIU, B. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2022. **Catena**, v. 137, p. 256-268, 2016.

ZHIHUA, S. H. I., LING, W. A. N. G., QIANJIN, L. I. U., HANYU, Z. H. A. N. G., XUAN, H. U. A. N. G., & NUFANG, F. A. N. G.. Soil erosion: From comprehensive control to ecological regulation. Bulletin of Chinese **Academy of Sciences**, v.33, n. 2, 198-205, 2018.

5 RESÍDUOS

Danielly Gomes dos Santos Sobrinho et al.

Neste capítulo, apresentamos os resíduos sólidos urbanos (RSU) como um dos fatores determinantes na qualidade ambiental de uma microbacia, pois a sua destinação inadequada gera sérios problemas ambientais, como contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, intensificação de enchente, poluição do ar e proliferação de vetores, gerando sérios riscos à saúde pública (Rana *et al.*, 2018; Aguiar *et al.*, 2021).

Em meio a tantos desafios, foi estabelecida a Lei Federal n.º 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que pode ser considerada um marco para a gestão de resíduos. A mesma visa a proteção da saúde pública e qualidade ambiental, bem como a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação adequada dos RSU (Brasil, 2010). Porém, a PNRS ainda não se apresentou como uma mudança concreta na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, na maioria dos municípios do Brasil.

De acordo com o Artigo 18 da PNRS, para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o diagnóstico é de suma importância para traçar um prognóstico do manejo e o planejamento de todas as atividades (Brasil, 2010).

Nesse contexto, o objetivo deste capítulo é apresentar o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos da microbacia do córrego da Manga, na cidade de Várzea Grande/MT.

5.1 Procedimentos metodológicos para o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos

Os procedimentos para este diagnóstico foram realizados em seis etapas: i) revisão bibliográfica; ii) delimitação da microbacia hidrográfica; iii) levantamento de informações de resíduos sólidos urbanos junto a prefeitura municipal (Secretaria de Serviços Públicos e Mobilidade Urbana e Secretaria de Infraestrutura); iv) verificação *in loco* dos bolsões de resíduos sólidos; v) avaliação dos potenciais impactos ambientais provenientes da deposição irregular dos resíduos da construção civil; e vi) recomendação de ações, de forma a subsidiar a política pública no gerenciamento de resíduos.

5.1.1 Gerenciamento dos RSU na microbacia

Nas atividades de campo, realizadas entre maio e julho de 2022, foram observadas algumas formas de acondicionamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares na microbacia. Também foram avaliados os resíduos da construção civil e aqueles provenientes da limpeza pública (Figura 24).

Figura 24 - Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos na microbacia



Fonte: Adaptado Abregel, 2020.

5.1.2 Caracterização dos bolsões de RSU na microbacia

Para esta pesquisa, toda a área da microbacia foi percorrida, a fim de observar *in loco* o máximo de pontos de descartes inadequados de resíduos, tais como: resíduos domésticos, da construção civil, pneus, podas de árvores e jardinagem (Da Silva; Liporone, 2011; Scarassatti *et al.*, 2018). Na caracterização dos bolsões, foram utilizados *GPS Garmin Map 64s* e trena, que podem ser observados na Figura 25.

Figura 25 - Bolsões de resíduos na microbacia



Fonte: Construção dos autores, 2022.

5.1.3 Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de resíduos da construção civil (RCC)

A Tabela 4 apresenta a atribuição de pesos para análise dos riscos de impactos ambientais de RCC, de acordo com Paz *et al.* (2018).

Tabela 4 - Classificação dos parâmetros de acordo com o critério de distância, inclinação, fragilidade e vulnerabilidade dos pontos

Parâmetros	Score
Recursos hídricos	Distância 0 a 50 m – 5,0 51 a 200 m – 3,0 > 200 m – 1,0
Áreas protegidas	Distância 0 a 50 m – 5,0 51 a 300 m – 3,0 >300 m – 1,0
Declividade	Inclinação 0 - 3% (Plano) – 1,0 3 – 8% (Suave ondulado) – 2,0 8 – 20% (Ondulado) – 3,0 20 – 45% (Forte ondulado) – 4,0 45 – 75% (Montanhoso) – 5,0
Pedologia	Fragilidade Muito baixa - 1,0 Baixa – 2,0 Média – 3,0 Forte – 4,0 Muito forte – 5,0
Hidrogeologia	Vulnerabilidade Baixa – 1,0 Moderada – 3,0 Alta- 5,0

Fonte: Paz *et al.*, 2018.

Quanto mais próximos os resíduos estavam do córrego em estudo, maior a pontuação e, portanto, maior o risco de impacto ambiental. A marcação dos limites de distância foi realizada com o auxílio da ferramenta buffer, do software QGIS (Paz *et al.*, 2018).

Adotou-se a Equação 1 (Paz *et al.* 2018) para somar o score (pontuação) de cada parâmetro, utilizando-se a ferramenta de álgebra de mapas, no software QGIS (Calculadora Raster).

$$S_{par} = S_{rh} + S_{ap} + S_d + S_s + S_{hg} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: S_{par} = Score total dos parâmetros.

S_{rh} = Score de distância dos recursos hídricos.

S_{ap} = Score de distância das áreas protegidas.

S_d = Score de acordo com a declividade.

S_s = Score de acordo com a pedologia.

S_{hg} = Score de acordo com a hidrogeologia.

O score final dos riscos de impactos ambientais de cada ponto de deposição irregular foi calculado de acordo com a Equação 2 (Paz *et al.*, 2018).

$$S_f = S_{par} * S_{por} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: S_f = Score final de risco de impacto ambiental.

S_{par} = Score total dos parâmetros.

S_{por} = Score devido ao porte da pilha de resíduos.

Além do score devido aos parâmetros, foi utilizado um score de acordo com o porte das pilhas de RCC, conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5 - Score dos pontos devido ao porte da pilha de resíduos

Porte	Score
Pequeno	2,0
Médio	3,0
Grande	4,0

Fonte: Paz *et al.*, 2018.

O score final varia de 10 a 100 pontos; o valor define a classe de riscos de impactos ambientais de cada ponto de deposição irregular, as quais foram divididas em quatro classes, conforme apresenta a Tabela 6.

Tabela 6 - Classes de risco de impacto e as respectivas pontuações

Classificação	Escala	Score final
Classe I	Impacto baixo	10 a 25
Classe II	Impacto médio	26 a 50
Classe III	Impacto alto	51 a 75
Classe IV	Impacto muito alto	76 a 100

Fonte: Paz *et al.*, 2018.

5.1.4 Aplicação de indicadores de sustentabilidade pressão-estado-impactos-resposta (PEIR) no gerenciamento de resíduos sólidos na microbacia

Os indicadores de sustentabilidade Pressão-Estado-Impactos-Resposta visam analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos e as condições ambientais da microbacia hidrográfica (Silva *et al.*, 2012). Na presente pesquisa, foram selecionados de forma aleatória os atores sociais, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Atores sociais entrevistados

Atores sociais	Número de entrevistados
Representantes do poder público	5
Moradores do bairro	5
Representantes escolares	8
Agentes de limpeza	3
Catador	1
Comerciantes	5
Total	27

Nota: Construção dos autores, 2022.

A Tabela 8 apresenta a relação dos parâmetros que compõem a base do sistema de sustentabilidade PEIR, com as seguintes quantidades: Pressão: 11 indicadores; Estado: 09; Impactos: 10; e Respostas: 10.

Tabela 8 - Dimensões com respectivos indicadores que compõem o sistema de sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR)

Tipo por indicador	Indicadores	Parâmetro de avaliação para a sustentabilidade	
		Favorável	Desfavorável
P R E S S Ã O	Crescimento da população na microbacia.		
	Aumento dos geradores de resíduos.		
	Volume dos resíduos sólidos <i>per capita</i> .		
	Volume dos resíduos sólidos (toneladas por ano).		
	Acondicionamento, coleta e tratamento dos resíduos sólidos.		
	Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.		
	Resíduos da construção civil e demolição.		
	Resíduos eletroeletrônico.		
	Resíduos de podas, jardinagem e grandes objetos (sofás, camas, geladeiras, etc.).		
	Queima de resíduos a céu aberto.		
	Existência de catadores nas ruas.		
	Qualidade dos corpos hídricos.		
	Qualidade do solo.		
E S T A D O	Qualidade do ar (Queima de resíduos).		
	Qualidade da biodiversidade.		
	Área utilizada para deposição dos resíduos.		
	Existência de licenciamento ambiental.		
	Monitoramento ambiental.		
	Existência de fiscalização ambiental.		
	Mapeamento da área degradada.		
	Poluição dos recursos hídricos.		
	Poluição do solo.		
	Poluição do ar.		
	Doenças envolvendo as populações no entorno.		
	Infecção e contaminação hospitalar.		
	Má utilização do espaço.		
I M P A C T O	Alagamento das vias públicas.		
	Poluição visual.		
	Prejuízos para a cobertura vegetal.		
	Biodiversidade.		
	Sensibilização da população por meio da educação ambiental.		
	Participação e envolvimento da população na gestão dos resíduos.		
	Implantação de um sistema de gerenciamento.		
	Existência de política pública de RSU envolvendo gestores públicos, instituições, comitê de bacias, etc.		
	Funcionamento do órgão ambiental.		
	Existência de associação ou cooperativa.		
	Coleta seletiva e tratamento dos resíduos sólidos urbanos.		
	Envolvimento do órgão ambiental municipal.		
	Estudos sobre impactos ambientais.		
	Ações regulatórias.		

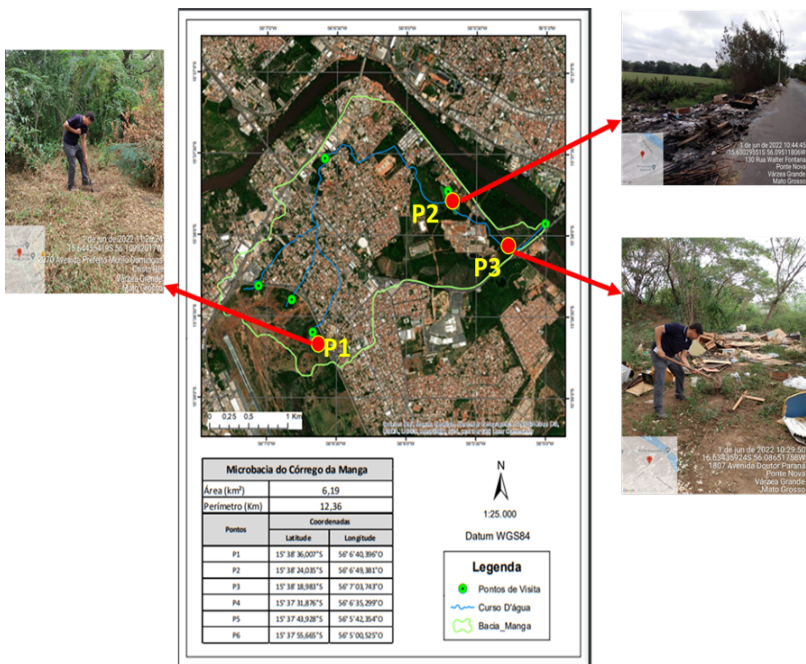
Fonte: Silva *et al.* (2012).

Fonte: Silva *et al.* (2012).

5.1.5 Coleta e análise do solo na microbacia do córrego da Manga

Na Figura 26, estão apresentados os pontos de amostras de solo em três locais distintos, visando avaliar as possíveis alterações do solo pelos resíduos depositados inadequadamente na área da microbacia.

Figura 26 – Mapa de pontos de amostragem de solo na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

A Tabela 9 apresenta as coordenadas dos pontos de amostragem na microbacia do córrego da Manga.

Tabela 9 - Detalhamento dos pontos de amostragem de solo

Ponto	Denominação	Coordenadas
P1	<i>Background</i> – Área do aeroporto	15° 38' 36"S - 56°06'44"W
P2	Rua: Walter Fontana. Ponte Nova.	15° 37' 49"S - 56°05'42"W
P3	Exutório	15° 37' 49"S - 56°05'42"W

Fonte: Construção dos autores, 2022.

O ponto do aeroporto foi selecionado como *background*, por ser a área mais preservada e próxima da nascente do córrego. As coletas das amostras de solo foram realizadas com o auxílio de enxada/pá/trado, em profundidade de aproximadamente 20 cm da superfície do solo, descartando quaisquer tipos de resíduos que poderiam estar sobrepostos ao solo, incluindo resquícios de vegetação.

Foram realizadas análises de pH (Cloreto de cálcio - CaCl_2), matéria orgânica e granulometria do solo no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Resíduos (LAFQAR) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) da UFMT (Figura 27).

Figura 27 - Procedimentos de análises físicas e químicas



Fonte: Construção dos autores, 2022.

5.1.6 Avaliação dos problemas e recomendações para o gerenciamento dos RSU

Por meio das observações de campo e do diagnóstico do gerenciamento dos resíduos, foram propostas algumas recomendações para soluções dos problemas ambientais.

5.2 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

5.2.1 Diagnóstico do manejo dos resíduos sólidos urbanos

No município de Várzea Grande, foram coletados diariamente de 150 a 200 toneladas de resíduos sólidos pela empresa terceirizada e a coleta abrangia aproximadamente 100% dos bairros localizados no limite da zona urbana, de acordo com a Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2020).

As rotas de coleta de resíduos sólidos foram observadas *in loco* e confrontadas com os dados obtidos junto a Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2014), as quais estão dispostas por setores, períodos e dias de coleta (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 - Setores de coleta noturno nas segundas, quartas e sextas

Fonte: Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2020.

Setor de Coleta Noturno Par - SCNP	
SCNP - Segunda, quarta e sexta	
Bairros	
	Manga
	Cohab Cristo Rei
	Alameda
	Ponte Nova
	Construmat
	Maringá
	Princesa do Sol

Tabela 11 - Setores de coleta noturno nas terças, quintas e sábados

Setor de Coleta Noturno Impar - SCNI	
SCNI - Terças, quintas e sábado	
Bairro	
	Aeroporto
	Ponte Nova
	Manga
	Parque do Lago

Fonte: Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2020.

A Figura 28 apresenta os diversos tipos de acondicionamento de resíduos embalados em sacolas plásticas sem segregação, e também dispostos diretamente no solo e nas ruas.

Figura 28 - Acondicionamento e disposição dos resíduos



Fonte: Construção dos autores, 2022.

As destinações inadequadas desses resíduos geram sérios impactos: i) visuais; ii) entupindo as bocas-de-lobo, podendo gerar enchentes e prejuízos econômicos; iii) impacto ao meio ambiente (no solo e no recurso hídrico); e iv) proliferação de vetores transmissores de doenças (Figura 29).

Figura 29 - Destinações inadequadas dos resíduos

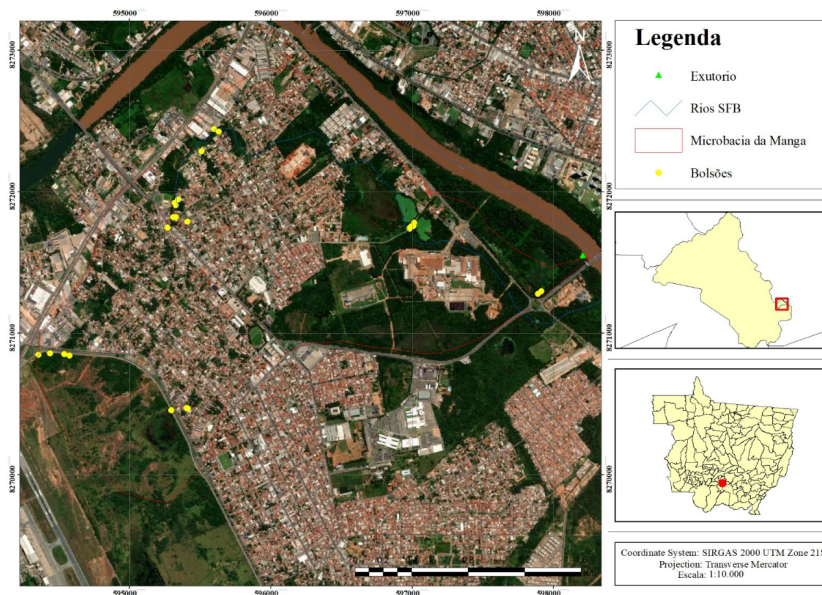


Fonte: Construção dos autores, 2022.

5.2.2 Identificação dos bolsões de resíduos

Com o levantamento, foram identificados 25 bolsões, na sua maioria localizados em ruas sem asfalto, terrenos baldios sem muros e próximos a cursos d'água. A Figura 30 apresenta o mapa da bacia hidrográfica com os pontos de bolsões de resíduos.

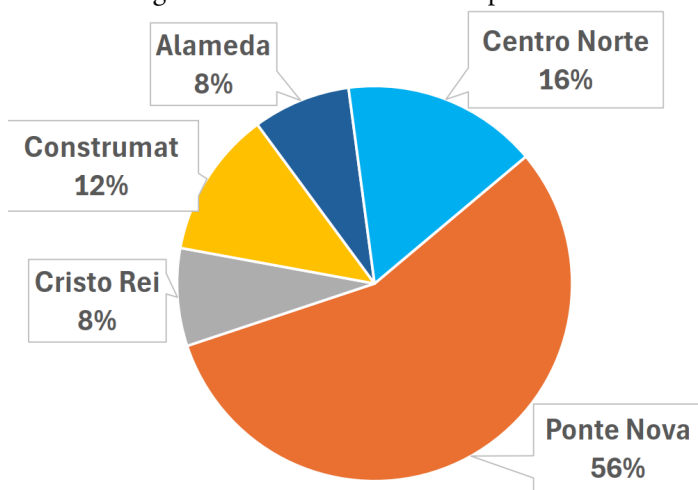
Figura 30 - Mapa de pontos, ilustrando os bolsões de resíduos, encontrados na microbacia



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Verificou-se na microbacia que a maior parte dos bolsões estava localizada em bairros periféricos, onde há um número maior de vazios urbanos (Figura 31). Esses locais são propícios para deposição irregular de resíduos sólidos, pois alguns moradores vêem esses espaços como locais oportunos para descartar seus materiais que não possuem mais valor, sendo eles de usos domésticos, materiais de reparos, jardinagem, podas de árvores, resíduos de construções ou demolições de habitações.

Figura 31 - Bolsões de resíduos por bairros



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os despejos inadequados dos resíduos domésticos não coletados, em grande parte, foram transportados ou depositados irregularmente no córrego da Manga, causando poluição e contaminação do curso d'água, conforme pode ser observado na Figura 32.

Figura 32 - Resíduos no córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Na microbacia, foi possível observar uma variedade de resíduos domiciliares, RCC e comerciais, sendo caracterizados qualitativamente no Quadro 13.

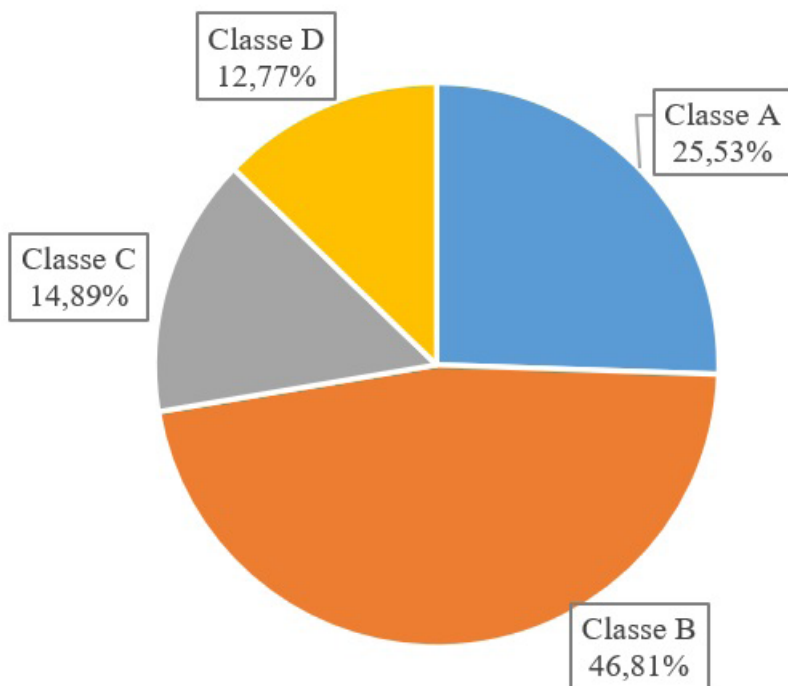
Quadro 13 - Caracterização qualitativa dos resíduos sólidos encontrados na área de estudo

Tipo de resíduo	Resíduos dispostos na área de estudo
Matéria orgânica	Sobras de alimentos e cascas.
Papel	Documento de escritório, folhas de caderno e revistas.
Papelão	Caixas e embalagens.
Pet	Garrafas de refrigerante, água e suco.
Plástico	Sacolas, sacos, embalagens diversas, vasilhas e produtos de limpeza.
Têxtil	Trapos.
Volumosos	Sofá, cama, colchão, carrinho de mão, escorregador infantil, armário, bancos diversos, mesa de escritório e caixotes de madeira.
Vidro	Garrafas de bebidas.
Produto perigoso	Embalagens de produtos químicos e de óleo diesel, latas de tinta vazias, solvente e pneus.
Resíduo de construção civil	Blocos de cimento, concreto, forro PVC, viga, telha, tijolo, cerâmica, tubulações, restos de demolição e armadura.
Contaminante biológico	Papel higiênico, fraldas descartáveis, algodão e cotonete.
Podas e jardinagem	Podas de árvores, arbustos e folhas.
Eletroeletrônico	Televisão, aparelho de som e DVD, monitor, CPU, impressora, fogão, geladeira, máquina de lavar.
Carcaças	Animais mortos.

Fonte: Construção dos autores, 2022.

A Figura 33 mostra que os resíduos de Classe B foram observados em 46,81% dos bolsões representados pelos resíduos plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, podas e outros.

Figura 33 – Representação gráfica dos resíduos das Classes A a D



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os resíduos da Classe A, que corresponderam a 25,53% dos bolsões, foram da construção, demolição, reformas e reparos de edificações (tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa).

Os resíduos de Classe C são compostos por saco de cimento, massa corrida e lixas, que corresponderam a 14,89% dos bolsões, para os quais não há tecnologias que viabilizem a recuperação ou reciclagem com vantagem econômica, ou seja, esses processos são muito mais

caros, quando não totalmente inviáveis, em comparação com os custos do descarte final.

Os resíduos de Classe D foram equivalentes a 12,77% dos bolsões analisados, apresentando resíduos perigosos, tais como: tintas, solventes, óleos e outros contaminantes oriundos de demolições.

5.2.3 Resíduos da construção civil (RCC)

O município de Várzea Grande não tem um banco de dados para controlar as informações sobre as coletas realizadas, volumes gerados no dia a dia e a composição dos resíduos coletados da construção civil. Os RCC's da cidade são coletados por empresas que possuem alvará emitido pela prefeitura, porém, em algumas caçambas foram observadas podas de árvores e resíduos domésticos (Figura 34), o que não é permitido.

Figura 34 - Caçamba de resíduo



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Na microbacia do córrego, observamos uma grande quantidade de RCC distribuídos de forma irregular, em algumas ruas sem pavimento, terrenos baldios e APP's (margens do córrego da Manga) (Figura 35).

Figura 35 - Deposição inadequada dos RCC na microbacia do córrego da Manga

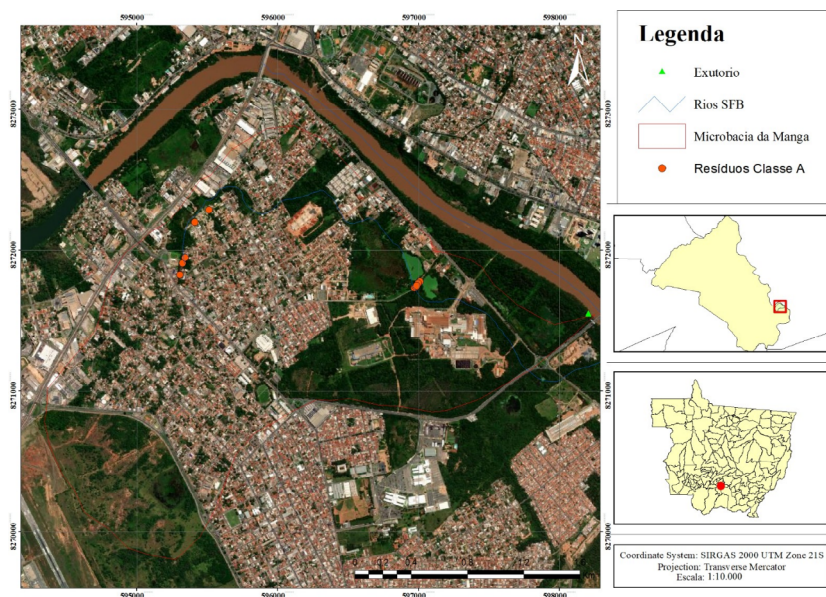


Fonte: Construção dos autores, 2022.

5.2.4 Riscos de impactos ambientais provenientes da deposição irregular de resíduos da construção civil (RCC) na microbacia

A Figura 36 apresenta a distribuição dos pontos de deposição irregular dos RCC na microbacia. Os pontos vermelhos, bem como a área em destaque, apresentam risco mais elevado de impacto, devido às vulnerabilidades de recursos hídricos, pedologia e hidrologia (Paz *et al.*, 2018).

Figura 36 – Mapa de distribuição dos pontos de deposição irregular RCC



Fonte: Construção dos autores, 2022.

5.2.5 Resultados da aplicação de indicadores de sustentabilidade pressão-estado- impactos-resposta (PEIR) no gerenciamento de resíduos sólidos na microbacia

Os indicadores de sustentabilidade Pressão-Estado-Impactos-Resposta mostraram a realidade do gerenciamento dos resíduos sólidos e as condições ambientais da microbacia hidrográfica:

Pressão:

Para 79% dos atores entrevistados, os bolsões de resíduos espalhados na região da microbacia ocorreram devido ao aumento da produção de resíduos e destinações inadequadas em terrenos baldios, ruas, APP's e córrego. Outro fator mencionado foi uso e ocupação do

solo de forma inadequada que exerce alta pressão sobre os recursos hídricos na microbacia.

Estado:

Praticamente todos os entrevistados estão satisfeitos com o serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos, porém a presença elevada de resíduos destinados inadequadamente na microbacia não reflete essa realidade. Em relação ao destino dos resíduos sólidos coletados pelo setor público, 57% dos entrevistados não souberam informar a sua destinação final. Entre os entrevistados, 91% relataram que esperam mais empenho por parte dos gestores para soluções, como a coleta seletiva, implantação de ecopontos e locais de trituração de massa verde (poda de galhos). A destinação inadequada dos resíduos sólidos pode estar afetando o solo, o ar, por meio de queimas, os recursos hídricos e a biodiversidade. Não havia, naquele momento, monitoramento, tampouco fiscalização ambiental.

Impactos:

Diversos impactos ambientais foram observados na microbacia, como a destinação inadequada dos resíduos domésticos, resíduos da construção e demolição, podas e jardinagem. Outro impacto observado foi o aterramento de áreas de APP's com sobras da construção civil, o que pode alterar a qualidade dos recursos hídricos. Além disso, outros impactos observados incluem a poluição do ar (queima de resíduos sólidos), proliferação de vetores de doenças, poluição visual e prejuízos para a cobertura vegetal e a biodiversidade.

Respostas:

Integrar uma gestão participativa entre gestores, comerciantes e moradores é de fundamental importância para alcançar o

desenvolvimento sustentável na cidade de Várzea Grande. Para os entrevistados, uma política pública de RSU deve ser implantada.

Observamos nas respostas a necessidade imediata do monitoramento e fiscalização ambiental permanente no gerenciamento dos resíduos e a necessidade da implementação da coleta seletiva e tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

5.2.6 Resultados das análises dos solos na microbacia do córrego da Manga

A Tabela 12 mostra os resultados das análises dos solos na microbacia do córrego da Manga.

Tabela 12 - Resultados analíticos de amostras de solos

Amostra	pH (CaCl ₂)	Mat. Org. (g/dm ³)	Pedregulho (g.kg ⁻¹)	Areia Fina (g.kg ⁻¹)	Areia Grossa (g.kg ⁻¹)	Silte/ argila (g.kg ⁻¹)
<i>Background</i>	4,6	23,8	-	21,2	78,0	0,8
Ponte Nova	6,0	15,5	40,5	28,8	30,3	0,4
Exutório	4,3	30,9	-	33,4	65,7	0,9

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os solos de *background* e no exutório possuem característica arenosa, sendo propícios à erosão, com ausência de pedregulho em ambos os pontos, com presença de matéria orgânica. Os solos analisados se apresentam naturalmente ácidos pela própria constituição do material de origem, solo de cerrado, que tem baixo teor de cátions básicos, ou podem tornar-se ácidos nas regiões em que a precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração, causando a lixiviação de bases no perfil. Com isto, as cargas positivas são substituídas por Al^{3+} e H^+ , para manutenção da eletroneutralidade. Assim, um solo muito ácido é dominado por íons Al^{3+} e H^+ (Fageria; Stone, 1999). Já a amostra

da Ponte Nova apresentou uma acidez leve, variando de 5,5 a 6,5 (Eswaran *et al.*, 1997).

O solo quando apresenta valores de pH baixos pode indicar a capacidade de condução de poluentes que tendem a possuir elevadas concentrações de metais (Bargrizan *et al.*, 2018).

Em suma, identificou-se que o uso e ocupação indevido do solo, a gestão e gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos e a falta de sensibilização ambiental pela sociedade estão provocando sérios impactos ambientais, econômicos, sociais e risco à saúde pública.

O município necessita urgentemente colocar em prática o Plano Municipal de Saneamento Básico e desenvolver um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, com a participação da população na gestão.

5.3 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. S., RIBEIRO, M. M., VIANA, J. H., & PONTES, A. N. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. 1-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190263>.

BARGRIZAN, S.; SMERNIK, R.J.; FITZPATRICK, R.W.; MOSLEY, L. M.; The application of a spectrophotometric method to determine pH in acidic (pH<5) soils. **Talanta**, v. 186, p. 421-426, 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, nº 147, p. 3, 03 de ago. 2010.

DA SILVA, C. B.; LIPORONE, F. Disposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações. **Observatorium: Revista Eletrônica em Geografia**, v. 2, n. 6, p. 22-35, 2011. Disponível

em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/2edicao/n6/3.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

ESWARAN, H.; REICH, P.; BEINROTH, F. Global distribution of soils with acidity. In: International Symposium on Plant-Soil Interactions At Low pH, 4, 1996, Belo Horizonte, MG. **Proceedings**. Campinas: SBSCS, 1997. p.159- 164.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 42p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 92).

OLIVEIRA, A. M. S. **Educação ambiental transformadora: O método VERAH**. 1. ed. São Paulo: Ed. Ícone. 2016.

PAZ, D., LAFAYETTE, K., SOBRAL, M. DO C., HOLANDA, M. J., & XIMENES, T. **Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de Resíduos da Construção Civil em bacias hidrográficas da Região Metropolitana do Recife**. Revista Águas Subterrâneas, 32(3), 325–336, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VÁRZEA GRANDE, 2020. **Volume de resíduos sólidos aumenta e coleta de lixo será reforçada**. Disponível em: <<http://www.varzeagrande.mt.gov.br/conteudo/18501>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VÁRZEA GRANDE. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Várzea Grande – MT**. Diagnóstico da situação do saneamento básico. Caracterização do Município. Volume II, p. 776, 2014.

RANA, R., GANGULY, R. AND GUPTA, A.R. Indexing method for assessment of pollution potential of leachate from non-engineered landfill sites and its effect on ground water quality. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, p. 01-23, 2018.

SCARASSATTI, M. R. D. N. *et al.* Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos da Microbacia do Córrego Gamela, cidade de Jangada. In: SIBESA, XIV., 2018, Foz do Iguaçu - PR. Simpósio Ítalo-brasileiro. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu - PR: Associação Brasileira de

Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018. p. 1-6, IV-065. Disponível em: <<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento40/TrabalhosCompletoPDF/IV-065.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

SILVA, S. S. F.; SANTOS, J. G.; CÂNDIDO, G. A.; RAMALHO, Â. M. C. Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário SócioAmbiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB. REUNIR – **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, nº 3, Edição Especial Rio +20, p.76-93, 2012.

6 ÁGUA

Cintia da Silva Serrano et al.

Neste capítulo, consideramos a água como um recurso natural essencial para todas as formas de vida e para a conservação dos ecossistemas, além de ser indispensável à produção de bens, assim como para o desenvolvimento econômico e social (Wolkmer; Pimmel, 2013). Entretanto, os diversos usos inadequados interferem na quantidade e na qualidade da água.

Para Silva *et al.* (2016 b), os diversos usos do solo também causam diferentes efeitos na qualidade da água e a magnitude desses efeitos estão associados à configuração da bacia hidrográfica e ao tipo de ocupação da área. Já para Costa *et al.* (2021), dentre os impactos mais comuns em córregos urbanos que alteram as características físicas, químicas e biológicas, se destacam a disposição inadequada de resíduos, lançamento de efluentes brutos, bem como o assoreamento dos corpos hídricos.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o diagnóstico ambiental da qualidade da água superficial da microbacia do córrego da Manga, com embasamento técnico-científico, a fim de subsidiar o planejamento e gestão da microbacia, a sustentabilidade do corpo hídrico e propor medidas preventivas, corretivas e socioeducativas.

6.1 Parâmetros utilizados para caracterização da água

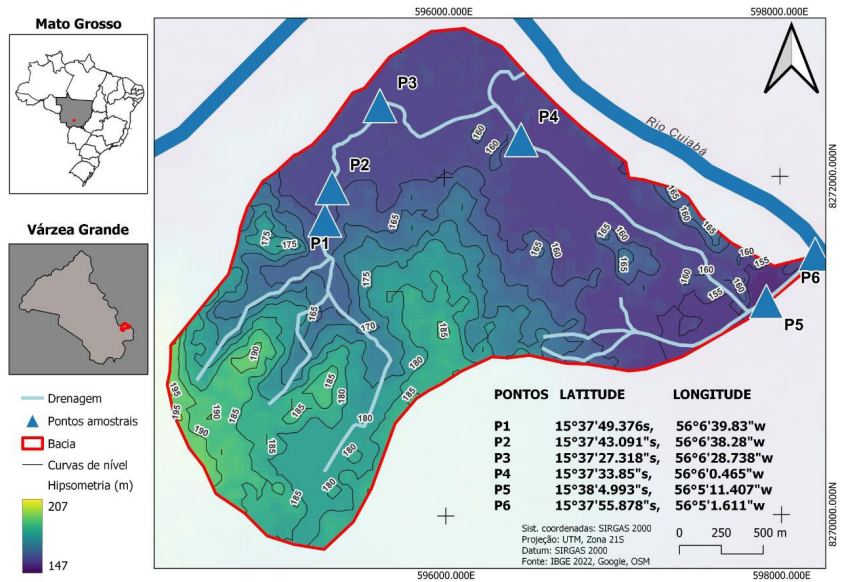
Com base nos resultados obtidos das análises das amostras de águas, revisões bibliográficas em artigos científicos, livros e legislações pertinentes em vigência, foi possível obter informações acerca do cenário atual da microbacia do córrego da Manga.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, foram realizadas as seguintes etapas: visita de campo para reconhecimento, caracterização da área de estudo e definição dos pontos amostrais, por conseguinte, foram realizadas a coleta das amostras de água, análise dos resultados obtidos e elaboração do quadro síntese.

6.1.1 Área de estudo

A Figura 37 apresenta os pontos amostrais e suas coordenadas geográficas, bem como a hipsometria da microbacia, onde é possível observar os pontos mais altos, representados nos tons em amarelo, e os pontos mais baixos, representados nos tons em azul.

Figura 37 – Mapa de localização dos pontos de coletas das amostras de água



Fonte: Construção dos autores, 2022.

A disposição dos pontos amostrais foi definida de forma a representar os corpos hídricos, considerando tanto a topografia quanto as variações da ocupação nas áreas ao longo do trecho.

6.1.2 Uso e ocupação do solo

A classificação do uso e ocupação do solo foi elaborada com base na estrutura disponibilizada na plataforma MapBiomias (coleção 6), onde, a partir da série histórica obtida por meio de imagens de satélite, com resolução espacial de 30 metros, os algoritmos de classificação atribuem aos diferentes fragmentos do solo classes, de acordo com a resposta espectral. Com isso, é possível mensurar a ocorrência de cada fragmento na microbacia. A Tabela 13 apresenta as classes, bem como o código hexadecimal e as cores. Essa padronização facilita a compreensão e ajuda na elaboração do mapa, tornando a interpretação visual mais intuitiva.

Tabela 13 - Classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomias

Coleção 6	Hexadecimal	Cores
1. Floresta	129912	
1.1. Formação Florestal	006400	
1.2. Formação Savânica	00ff00	
1.3. Mangue	687537	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	6b9932	
2. Formação Natural não Florestal	BBFCAC	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	45C2A5	
2.2. Formação Campestre	B8AF4F	
2.3. Apicum	968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	665a3a	
2.5. Outras Formações não Florestais	f1c232	
3. Agropecuária	FFFFB2	
3.1. Pastagem	FFD966	
3.2. Agricultura	E974ED	
3.2.1. Lavoura Temporária	D5A6BD	
3.2.1.1. Soja	e075ad	
3.2.1.2. Cana	C27BA0	
3.2.1.3. Arroz (beta)	982c9e	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	f3b4f1	
3.2.2.1. Café (beta)	cca0d4	
3.2.2.2. Citrus (beta)	d082de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	cd49e4	
3.3. Silvicultura	ad4413	
3.4 Mosaico de Agricultura e Pastagem	fff3bf	
4. Área não Vegetada	EA9999	
4.1. Praia, Duna e Areal	DD7E6B	
4.2. Área Urbanizada	aa0000	
4.3. Mineração	af2a2a	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	ff3d3d	
5. Corpo D'água	0000FF	
5.1. Rio, Lago e Oceano	0000FF	
5.2. Aquicultura	02106f	
6. Não Observado	D5D5E5	

Fonte: Adaptado de Projeto MapBiomias, 2022.

6.1.3 Pontos amostrais

Para a definição dos pontos amostrais, considerou-se os pontos mais representativos para avaliar os aspectos qualitativos de água superficial. Ao todo, foram escolhidos seis pontos de coleta, sendo um ponto estabelecido logo após o encontro das águas das nascentes, devido ao fato das três nascentes não apresentarem afloramento do aquífero, e as coletas ocorreram em período de estiagem, no mês de maio de 2022.

6.1.4 Coleta das amostras

As amostras de água foram coletadas em triplicata, seguindo as orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011).

As amostras de água para análise microbiológica foram acondicionadas em frascos de vidro previamente esterilizados. Já as amostras de água para análise dos parâmetros físicos e químicos foram armazenadas em garrafas de polietileno, com capacidade de 250 mL, devidamente higienizadas pela equipe de coleta. Todas as amostras de água coletadas foram identificadas e armazenadas sob refrigeração, até o seu encaminhamento para análise em laboratório.

6.1.5 Análise da qualidade da água em campo

As variáveis registradas *in situ* da coleta foram: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), temperatura do ar e da água e sólidos dissolvidos totais (SDT). Essas variáveis foram analisadas com o auxílio de termômetro e da sonda multiparamétrica da marca Hanna, modelo HI 98194, adequadamente calibrada e higienizada com água destilada antes e após cada análise.

6.1.6 Análise da qualidade da água em laboratório

As análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas nos laboratórios da UFMT, sendo analisadas as seguintes variáveis: cor aparente e verdadeira, fósforo total, turbidez, pH, DBO, DQO, coliformes totais, *Escherichia coli*, cloreto, fluoreto, sulfato, nitrato, fosfato e nitrito. O nitrogênio total foi realizado em laboratório terceirizado, acreditado pelo INMETRO. As análises físicas, químicas e microbiológicas que avaliam a qualidade da água foram realizadas de acordo com metodologias propostas pelo manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2017). Os resultados obtidos com as análises de água foram comparados com padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/05 e CONAMA n.º 430/2011 (Brasil, 2005).

6.1.6.1 Demanda bioquímica de oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi determinada por meio da concentração de oxigênio dissolvido, usando a sonda multiparamétrica antes da incubação e após um período de incubação de 5 dias, a 20 °C. A DBO foi calculada pela diferença da concentração de oxigênio dissolvido antes e após o período de incubação.

6.1.6.2 Demanda química de oxigênio

Para determinar a Demanda Química de Oxigênio (DQO), foram adicionados o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e o ácido sulfúrico (H_2SO_4). Após a adição, as amostras (triplicatas e o branco) foram digeridas no bloco digestor. Os tubos foram colocados em reator HACH pré-aquecido a $150 \pm 2^\circ C$ e aquecidos por 2 horas. A leitura dos resultados foi feita em espectrofotômetro, fazendo uso do branco para calibração do aparelho. O limite de detecção da análise é 20 mg/L e os resultados foram expressos em mg O_2 /L.

O processo de determinação da Demanda Química de Oxigênio corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida por meio de um oxidante forte, o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido, em elevada temperatura. Durante a determinação de DQO, a matéria orgânica é convertida em CO_2 e H_2O . E os compostos orgânicos excedentes como os ácidos graxos de baixo peso molecular, utilizou-se um catalisador, neste caso, o sulfato de prata (Ag_2SO_4).

6.1.6.3 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Para análise dos Coliformes Totais e *Escherichia coli*, alíquotas da amostra de água foram fracionadas e diluídas (10^0 a 10^{-5}) em água de diluição estéril, contidas em frasco de vidro, do tipo Schott, e suplementado, em seguida, com o reagente Colilert®.

Para o cultivo e quantificação da densidade de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, cartelas Quanti-Tray/2000® contendo o inóculo, foram seladas e incubadas a $35 \pm 0,5^\circ C$, em estufa bacteriológica. Após 24 horas do processo de incubação, as cartelas foram retiradas da estufa para leitura dos poços amarelos que confere resultado positivo para a presença de Coliformes Totais na amostra. Em seguida, com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta de 365 nm, verificou-se na cartela, a característica de fluorescência azul nos poços que apresentaram coloração amarela. Para esse teste, se a amostra apresentar coloração amarela e acusar pigmento fluorescente com a luz UV, indica a presença de *Escherichia coli*.

Para expressar a quantificação da densidade de bactérias do grupo coliformes, os resultados foram expressos como: Número Mais Provável por 100 mL (NMP/100mL) de Coliformes Totais e *Escherichia coli* para cada amostra de água analisada. Para efeitos de apresentação nas ilustrações, os resultados das densidades bacterianas foram logaritmizados, sendo apresentadas como Log NMP/100mL.

6.1.6.4 Determinação dos ânions

Para determinação de ânions, as amostras de água foram primeiro filtradas em filtros de membrana de acetato de celulose, com porosidade de 0,22 μm (Millipore®). Posteriormente, transferiu-se o filtrado para um frasco limpo e identificado, mantendo-se resfriado a 4 °C, até a análise por cromatografia iônica.

Para a quantificação dos analitos, utilizou-se solução padrão com composição mista dos padrões de ânions de interesse, com concentração variando de 0,02 a 1,50 mg. L⁻¹. A técnica de cromatografia iônica permitiu determinar a concentração dos íons F⁻, Cl⁻, Br⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻ e NO₂⁻ em amostras de água superficial dos pontos amostrais do córrego da Manga.

O equipamento utilizado para a leitura foi um cromatógrafo iônico 930 Compact IC Flex, acoplado com sensor de condutividade com mostrador automático, modelo 863 Compact Autosampler da Metrohm, com os seguintes parâmetros: Coluna Metrosep A Supp 5 - 150/4.0, Pré-coluna Metrosep A Supp 16 guard/4.0, Coluna de guarda Metrosep RP 2 Guard/3.6, Fluxo 0,700 mL.min⁻¹, e com tempo de corrida 35 minutos.

6.1.7 Índice de qualidade das águas (IQA)

O IQA foi calculado pelo produtório ponderado da qualidade de água correspondente às variáveis que integram o índice. Esse cálculo foi baseado no método estabelecido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Para a determinação do IQA, utilizou-se a Equação 3.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA e

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

A partir dos cálculos, os resultados obtidos foram comparados com as faixas de variação, conforme a Tabela 14.

Tabela 14 - Classificação do IQA para o Estado de Mato Grosso

Classificação	Faixa de variação
Ótima	$91 \leq IQA \leq 100$
Boa	$71 \leq IQA \leq 90$
Razoável	$51 \leq IQA \leq 70$
Ruim	$26 \leq IQA \leq 50$
Péssima	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: (CETESB, 2008).

6.1.8 Índice do estado trófico (IET)

Para o cálculo do Índice de Estado Trófico foi utilizado a Equação 4, em que foram utilizados os dados da concentração de fósforo total em µg/L (PT).

$$IET (PT) = 10 * \left(6 - \left(\frac{((0,42 - 0,36 * (lnPT)))}{ln2} \right) \right) - 20 \quad (\text{Equação 4})$$

Com os resultados obtidos por meio da Equação 2 e uso da Tabela 15, pode-se classificar o estado trófico em: ultraoligotrófico,

oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico, hipereutrófico.

Tabela 15- Classificação do Estado Trófico para rios

Estado trófico	Ponderação
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 \leq IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 \leq IET \leq 59$
Eutrófico	$59 \leq IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 \leq IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

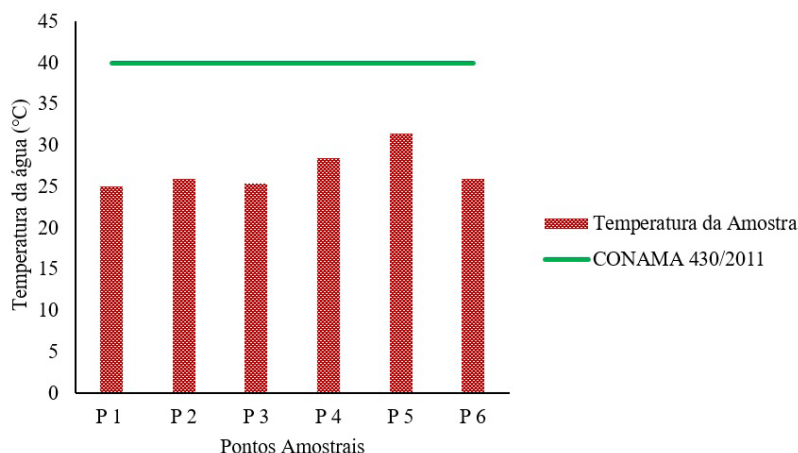
Fonte: (CETESB, 2008).

6.2 Características físicas, químicas e microbiológicas da água

6.2.1 Temperatura

Por meio de medições realizadas com o termômetro, foram registradas as temperaturas da água. Considerando que a Resolução do CONAMA n.º 357/2005 não especifica valores máximos permitidos para o parâmetro de temperatura da água, foram utilizados os valores estabelecidos pela resolução CONAMA n.º 430/2011, que estabelece temperaturas inferiores a 40 °C, sendo assim, os valores encontrados são aceitáveis para o equilíbrio do curso hídrico. Nos pontos amostrais, observou-se que todos os pontos atendiam às exigências, conforme a Figura 38.

Figura 38 – Gráfico de barra, ilustrando a temperatura da água nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 430/2011



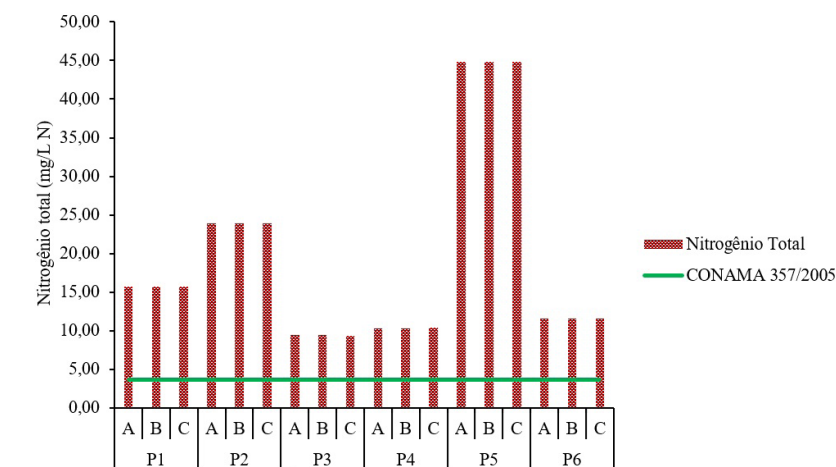
Fonte: Construção dos autores, 2022.

6.2.2 Nitrogênio total

Na Figura 39, observa-se que os valores de nitrogênio total excedem o normatizado pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 em todos os pontos, visto que o valor máximo permitido é de 3,7 mg/L N, com destaque para o ponto 2, próximo a uma estação de tratamento de esgoto, e ponto 5, localizado próximo ao frigorífico, com valores de 25 mg/L N e 45 mg/L N, respectivamente.

Os elevados valores de nitrogênio podem estar associados à descarga de nutrientes provenientes dos efluentes domésticos e industriais, alterando, desta forma, a qualidade da água e prejudicando o meio aquático.

Figura 39 – Diagrama com as concentrações de nitrogênio total nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

É possível observar diminuição nas concentrações de nitrogênio total nos pontos 3 e 6, possivelmente devido à ação de depuração, por meio da assimilação dos nutrientes pela vegetação contida nas lagoas próximas a esses pontos.

A contaminação nos rios pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais se destaca pelo excesso de nutrientes, pois afetam diretamente na qualidade do corpo hídrico, entre esses está o nitrogênio, contaminante proveniente tanto das atividades agrícolas quanto pelo lançamento de efluentes domésticos e resíduos industriais. Esse composto provoca um aumento nas taxas da produção de matéria vegetal, levando a um crescimento elevado de algas, ambiente suscetível a produção de toxinas que liberadas na água afetam a qualidade e o ecossistema aquático, tornando-a imprópria para diversos usos (ANA, 2013).

Os mananciais contaminados com nitrogênio, seja na forma orgânica, amoniacal, nitrito ou nitrato, além de alto impacto

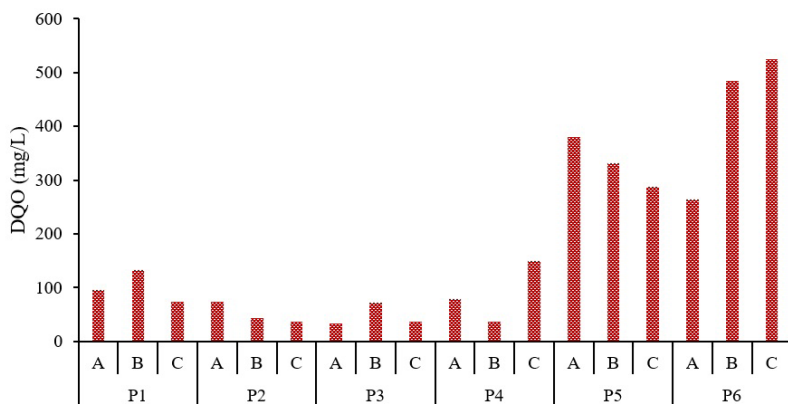
ambiental, são prejudiciais à saúde humana, podendo causar indução de metemoglobinemia, na maioria dos casos em crianças, bem como a formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (Alaburda; Nishihara, 1998). Pinto *et al.* (2013) afirmam que deve haver o controle desse contaminante para que não afete agressivamente o ambiente aquático, e nem as pessoas que irão utilizar a água provinda desse corpo hídrico.

6.2.3 Demanda química de oxigênio

A Figura 40 apresenta os valores da Demanda Química de Oxigênio (DQO), que apesar de não possuir um valor regulamentado pelo CONAMA n.º 357/2005, constitui um parâmetro importante a ser verificado em estudos sobre a qualidade das águas, visto que indica o oxigênio requerido para oxidar a matéria orgânica (Thebaldi *et al.*, 2011).

A DQO verifica a quantidade de oxigênio usado para oxidar quimicamente a matéria orgânica e substâncias inorgânicas oxidáveis, presentes no material. Não faz diferenciação entre matéria orgânica biodegradável ou não. Portanto, não está necessariamente relacionada com a DBO (Itaborahy, 1999). A verificação dos valores da demanda química de oxigênio, presente nos efluentes, é uma das mais importantes para determinar o nível de poluição da água. Essa análise mostra a quantidade de componentes oxidáveis presentes (Valente *et al.*, 1997).

Figura 40 - Gráfico evidenciando a Demanda Química de Oxigênio nos pontos de amostragem de água superficial



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Vale destacar os elevados valores na concentração de DQO nos pontos 5 e 6, caracterizando possível carga de efluentes industriais que estão sendo lançados nessa região.

6.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio

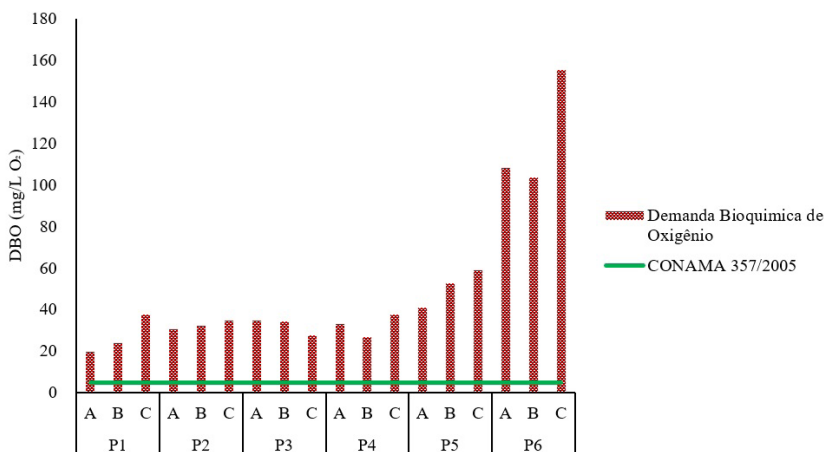
Quando é identificada uma redução na concentração de oxigênio dissolvido no meio aquático, ali está acontecendo uma atividade bacteriana para decompor uma matéria orgânica, e quanto maior for o valor de DBO apontado, maior é a poluição orgânica (Feistel 2011).

É utilizada como um indicador da quantidade de matéria orgânica no esgoto, a DBO está relacionada com as condições de uso de água de cada região (Jordão; Pessoa, 2011; Sperling, 2014).

A Figura 41 mostra a Demanda Bioquímica de Oxigênio de cinco dias nos pontos amostrais, onde observa-se que possui comportamento semelhante ao da Demanda Química de Oxigênio,

apresentando aumento ao longo do curso d'água, à medida que recebe cargas de efluente doméstico e industrial.

Figura 41 – Diagrama de Concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

O valor estabelecido pelo CONAMA n.º 357/2005 para Demanda Bioquímica de Oxigênio consumida durante 5 dias, a temperatura de 20°C, é de até 5 mg/L O₂. Foi observado que os valores excedem o normatizado em todos os pontos amostrais, com aumento considerável nos pontos 5 e 6. Vale ressaltar, inclusive, que foi constatado odor característico de matéria orgânica em decomposição nessas regiões, durante as coletas.

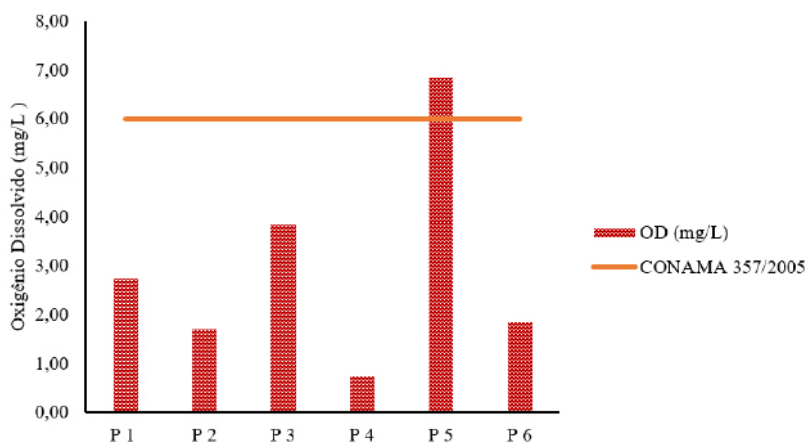
6.2.5 Oxigênio dissolvido

O lançamento de efluentes causa a redução da quantidade de oxigênio dissolvido (OD) na água. Segundo Sperling (2014), os efluentes podem contribuir para o aumento de nutrientes, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Conforme Andrade

(2010), o processo responsável pelo consumo e reentrada de oxigênio em um leito aquoso é chamado de autodepuração. A autodepuração é um processo natural que se relaciona com a recuperação de um leito aquoso após a adição de material orgânico em sua composição.

A Figura 42 apresenta as concentrações de Oxigênio Dissolvido nos pontos amostrais, que estão, em grande parte, abaixo do estabelecido na Resolução CONAMA n.º 357/05, exceto o ponto 5, que atende às exigências, com valores acima de 5 mg/L O₂.

Figura 42 – Gráfico da variação da concentração de Oxigênio Dissolvido nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

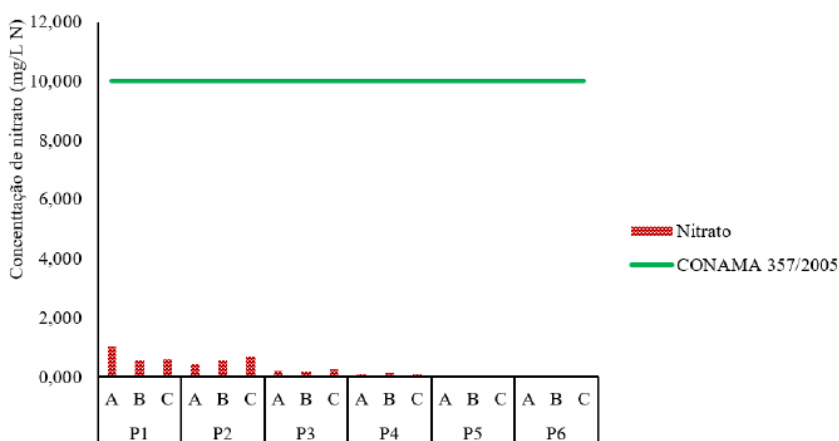
Tais resultados podem estar relacionados à presença da matéria orgânica (efluentes domésticos), que, ao ser degradada, consome oxigênio acrescido das características do relevo do corpo d'água, que se encontra canalizado em certos trechos. Relacionado também à baixa declividade em alguns pontos da microbacia, o que propicia baixa velocidade no fluxo da água, influenciando na aeração.

6.2.6 Nitrato

O íon nitrato é o contaminante inorgânico de maior preocupação nas águas subterrâneas, que comumente ocorre em áreas rurais e urbanas (Baird, 2012). Quando o nitrato é encontrado em altas concentrações na água, pode causar uma doença chamada cianose, ou síndrome do bebê azul, que impede a passagem de oxigênio no sangue. Essa doença também ocorre quando o nitrito está presente em concentrações elevadas. A Resolução CONAMA n.º 357/2005 determina como limite de concentração o valor máximo de 10,0 mg/L de nitrato.

A concentração de íons nitrato nos pontos amostrais 1, 2, 3 e 4 foram inferiores ao valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/05, conforme se observa na Figura 43. Para os pontos 5 e 6, não foi possível a quantificação do íon nitrato devido a saturação da coluna cromatográfica, provavelmente pelos valores de concentração elevados dos íons cloreto e sulfato, provocando alteração na eluição dos analitos.

Figura 43 – Gráfico da concentração de nitrato nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005

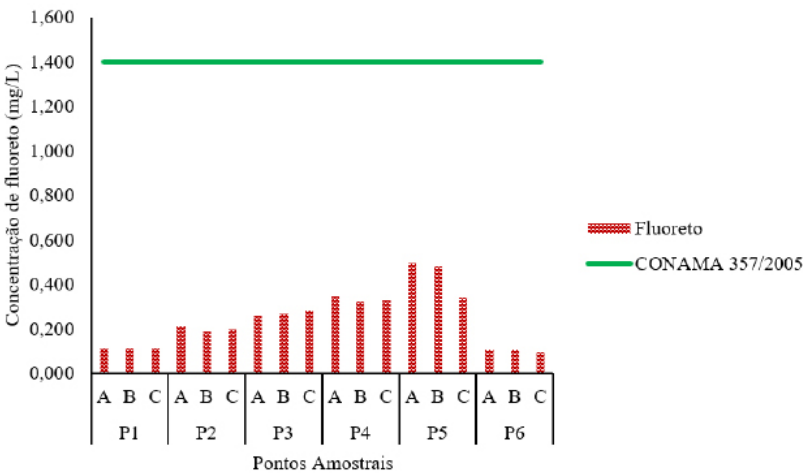


Fonte: Construção dos autores, 2022.

6.2.7 Fluoreto

Com base nos dados apresentados na Figura 44, as concentrações de íon fluoreto nos pontos amostrais estão dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA n.º 357/05 (limite máximo de 1,4 mg/L). Observou-se, ainda, que, do ponto 1 ao ponto 4, houve um leve aumento dessa concentração, com uma leve intensificação no ponto 5, provavelmente devido à atividade industrial.

Figura 44 – Gráfico da concentração dos íons fluoreto nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005

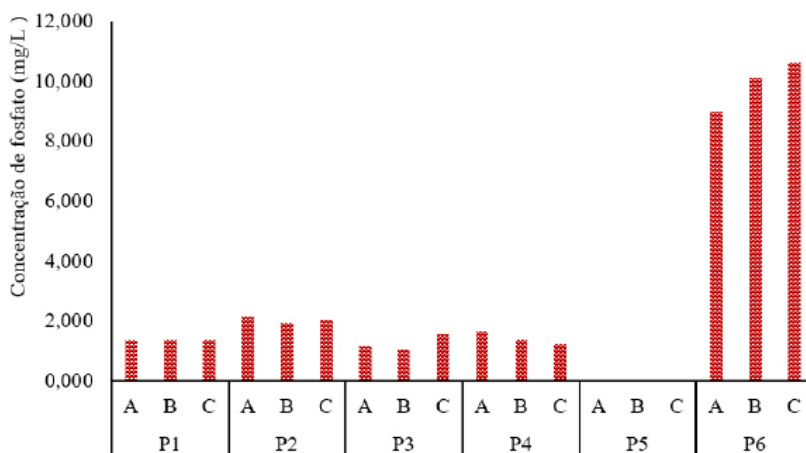


Fonte: Construção dos autores, 2022.

6.2.8 Fosfato

A Figura 45 apresenta os dados de concentração dos íons fosfato nos pontos amostrais, comumente encontrados em ambientes urbanos, provenientes de acumulação de resíduos sólidos urbanos, que atuam agravando o aporte de nutrientes no corpo hídrico.

Figura 45 – Gráfico de concentração dos íons fosfato nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

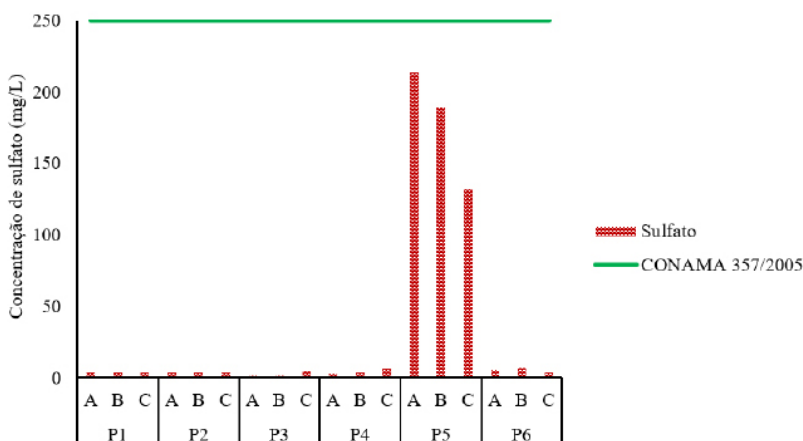
As amostras de água apresentaram resultados que variaram na faixa de não detectado a 10,63 mg/L de fosfato, indicando possível contaminação por esgotos domésticos. A ausência de fosfato no ponto 5 se deve, provavelmente, aos processos de tratamento utilizados no frigorífico, que, por sua vez, afetaram a detecção durante a análise em laboratório, enquanto o ponto 6 apresenta um padrão destoante em relação aos demais, com valores que passam de 8 mg/L PO_4^{3-} . A presença de fosfatos comumente está associada a processos de eutrofização nos corpos d'água, assim como a proliferação de algas (Sperling, 2014).

O fosfato apresentou concentrações acima do valor máximo para fósforo total, podendo indicar poluição por dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (Mota, 2010).

6.2.9 Sulfato

A Figura 46 apresenta os valores da concentração dos íons sulfato nos pontos amostrais. Os valores de concentração de sulfato, em todos os pontos analisados, encontram-se abaixo de 250 mg/L, estando em conformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005. O valor máximo de sulfato foi observado no ponto P5, com o valor de concentração de 213,98 mg/L.

Figura 46 – Gráfico de concentração de sulfato nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

O sulfato é comumente encontrado em efluentes domésticos, no entanto, o ponto 5 apresentou valores elevados em relação aos outros pontos amostrais, sendo que este se encontra próximo a uma estrutura de tratamento desativada. Feistel (2011) afirma que valores elevados corroboram indícios de descargas de efluentes industriais, podendo comprometer processos naturais de autodepuração.

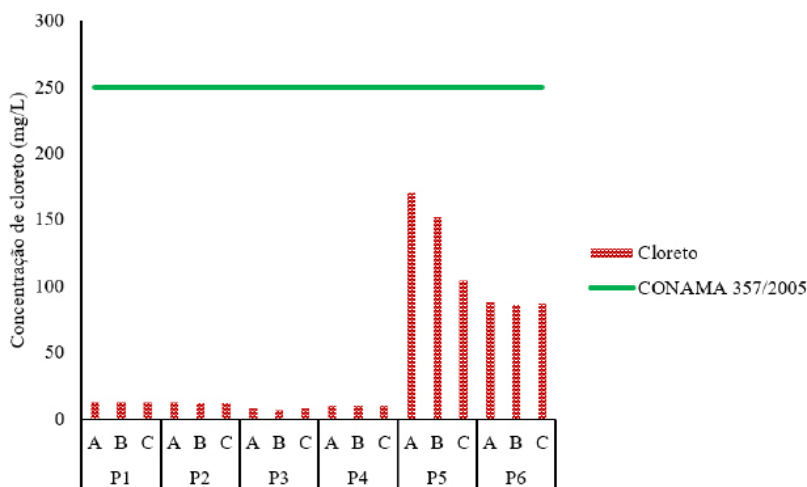
6.2.10 Cloreto

O íon cloreto pode ser encontrado em águas brutas e tratadas, em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L, presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Em altas concentrações, podem restringir o uso da água, em razão do sabor e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (FUNASA, 2013).

Quando a amostra apresenta concentração de cloreto elevado, pode indicar uma possível contaminação vinda de esgotos lançados in natura em corpos hídricos, devido a presença de cloretos na urina, ou até mesmo poluição vinda de despejos industriais (Brasil, 2006).

A Figura 47 apresenta a variação da concentração de cloreto, na qual todos os pontos amostrais atendem ao normatizado pelo CONAMA n.º 357/2005, com limites de até 250 mg/L.

Figura 47 – Gráfico de concentração de cloreto nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



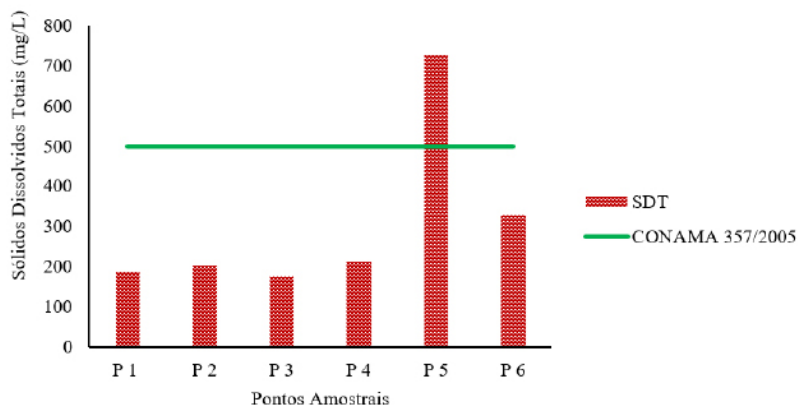
Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os pontos 5 e 6, que se encontram à jusante da indústria, apresentaram os valores de cloreto mais elevados, entre 85 a 170 mg/L. Tais concentrações desse ânion inorgânico, nesses dois pontos, acentuam indícios de poluição hídrica por lançamentos in natura de esgotos domésticos e industriais.

6.2.11 Sólidos dissolvidos totais

A Figura 48 apresenta os resultados para Sólidos Dissolvidos Totais nos pontos amostrais, e grande parte dos pontos atende ao normatizado pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, com valores entre 200 mg/L e 300 mg/L, com exceção do ponto 5, que apresentou 700 mg/L de Sólidos Dissolvidos Totais, ultrapassando os limites de 500 mg/L estabelecidos pela resolução.

Figura 48 - Gráfico de barras ilustrando os Sólidos Dissolvidos Totais nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

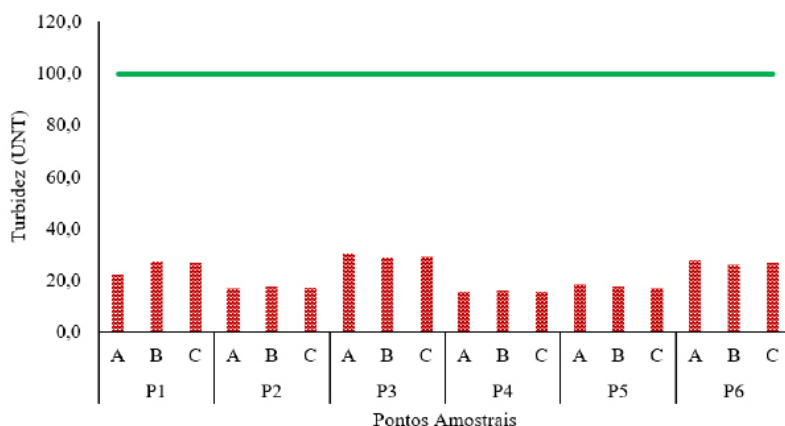
Sperling (2014) descreve que a origem natural dos sólidos é de menor importância e que a origem antropogênica tem maior expressividade. Sendo assim, a área de estudo pode ser caracterizada por uma intensa urbanização sem infraestrutura adequada, em que recebe

um volume de efluentes domésticos por meio de canais e tubulações, que favorecem o aumento de poluentes na água (Miranda *et al.*, 2009; Ribeiro, 2002).

6.2.12 Turbidez

São apresentados na Figura 49 os resultados obtidos em relação ao parâmetro turbidez. Os valores estão expressos em UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Figura 49 – Gráfico ilustrando a Turbidez nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

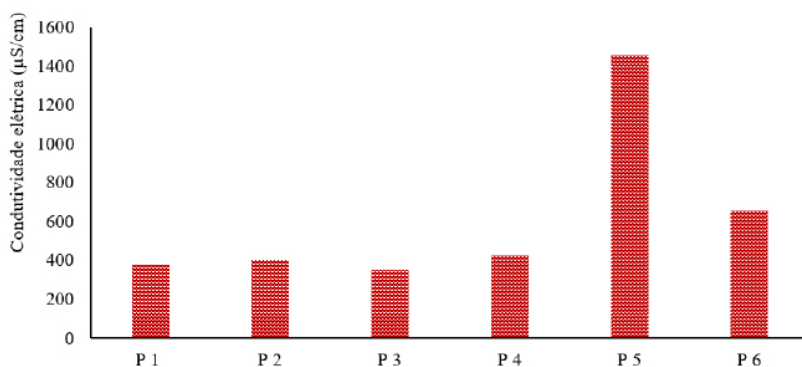
A turbidez quando proveniente do meio natural não apresenta riscos sanitários diretamente aos seres vivos, mas por questões estéticas, acabam desagradando. Contudo, quando proveniente de origem antrópica, pode acarretar danos à qualidade da água e, consequentemente, aos seres dependentes desse recurso, devido à presença de compostos tóxicos e patogênicos. Além disso, a turbidez elevada dificulta a penetração da luz e afeta o processo da fotossíntese (Sperling, 2014).

A Resolução CONAMA n.º 357 preconiza que em rios classe 2, o máximo permitido do parâmetro turbidez é de 100 NTU. Sendo assim, todos os pontos amostrados atenderam à resolução, visto que apresentaram valores inferiores a 30,3 NTU. Na Figura 49, é possível observar a variação dos resultados nos pontos de monitoramento. Ações antrópicas, como despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água, resultando em grandes alterações no ecossistema aquático. Isso causa a redução da fotossíntese de plantas aquáticas, principalmente do fitoplâncton e das macrófitas submersas, suprimindo a produtividade de peixes e afetando adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional (CETESB, 2009).

6.2.13 Condutividade elétrica

São apresentados, na Figura 50, os resultados obtidos em relação ao parâmetro de condutividade elétrica, e estão expressas em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 50 – Gráfico com os valores de condutividade elétrica nos pontos de amostragem de água superficial comparada com a Resolução n.º 357/2005



Fonte: Construção dos autores, 2022.

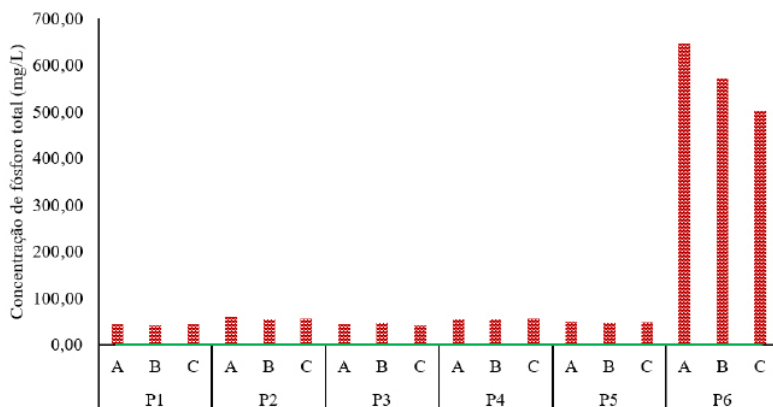
A maior parte das substâncias dissolvidas na água se encontra na forma iônica e o parâmetro condutividade não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram no corpo hídrico, ocasionados, geralmente, por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos (Deberdt, 1997).

A Resolução CONAMA n.º 357/2005 não estabelece valores para condutividade, embora não existam na legislação valores adequados de condutividade para a água, quanto mais íons estão presentes, maior é a condutividade. Neste caso, a condutividade pode estar relacionada com a maior presença de íons sulfato e cloreto encontrados em maior quantidade nos pontos P5 e P6.

6.2.14 Fósforo total

Os resultados obtidos para o fósforo total variaram entre 43,65 e 647,38 mg/L, apontando grande variação entre os pontos amostrais, sendo as maiores concentrações no ponto 6, conforme representado na Figura 51, comportamento este semelhante ao observado para o ânion fosfato.

Figura 51 – Gráfico com os valores da concentração de fósforo total nos pontos amostrais da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande - MT



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os resultados não atenderam à Resolução CONAMA n.º 357 de até 0,050 mg/L, com destaque para o ponto 6, com valores acima de 600 mg/L.

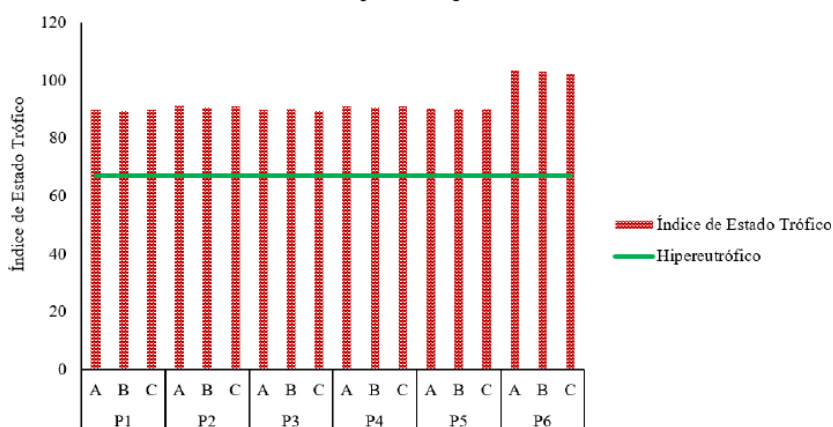
6.2.15 Índice de estado trófico

O Índice de Estado Trófico foi criado para reservatórios tropicais, e esse índice mostra uma maior sensibilidade na qualidade da água, aumentando a abrangência das classificações tróficas.

A Figura 52 apresenta os Índices de Estado Trófico, e é possível constatar que os pontos amostrais se enquadram predominantemente na faixa do estado Hipereutrófico, sendo que apresentam valores acima da faixa 67, com possíveis implicações sobre a qualidade da água.

A ANA (2019) define o estado hipereutrófico como águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado aos episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Figura 52 – Gráfico ilustrando a variação de Índices de Estado Trófico nos pontos amostrais da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande, MT



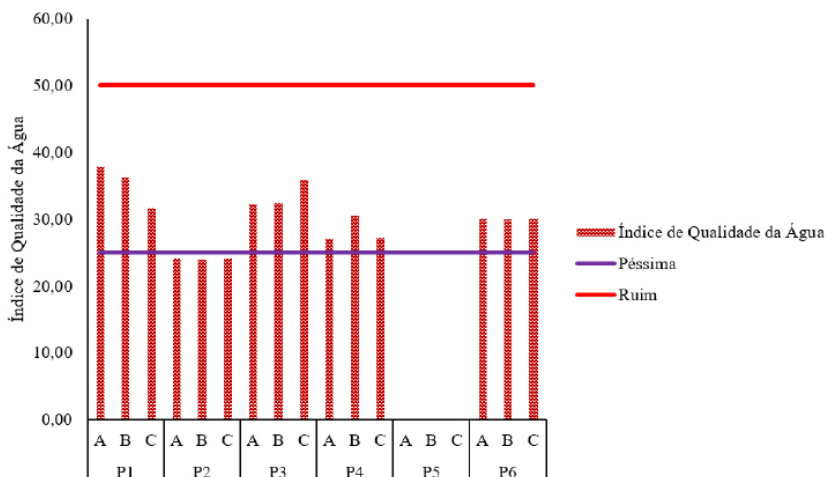
Fonte: Construção dos autores, 2022.

O ponto 6 apresentou valores elevados de IET, acima de 100, sendo que esse se encontra próximo ao lançamento de efluentes industriais, e apresentou valores superiores a 500 mg/L P para o parâmetro de fósforo total, conforme a Figura 52.

6.2.16 Índice de qualidade da água

Os resultados de índice de qualidade da água estão expressos por meio de valores e cores, conforme a Figura 53.

Figura 53 – Gráfico ilustrando a variação de Índices de Qualidade de Água nos pontos amostrais da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande, MT



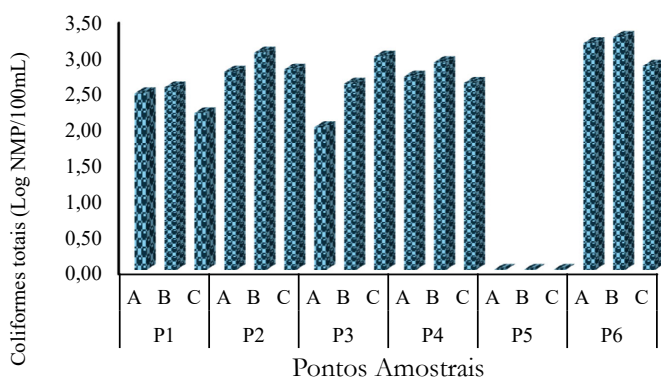
Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os resultados de IQA dos pontos amostrais classificaram como “RUIM” a qualidade da água nos pontos P1, P3, P4 e P6. A classificação nos pontos P2 e P5 foi “PÉSSIMA”, de acordo com a classificação da CETESB (2008). Nota-se que a classificação ruim apresenta valores que variam entre 26 e 50, já a classificação péssima apresenta valores de 0 a 25. Por meio dessas classificações, é possível estabelecer os possíveis usos para o corpo hídrico.

6.2.17 Coliformes totais

A Figura 54 apresenta os valores de Coliformes Totais presentes na amostra de água. Bactérias do grupo coliformes totais são comumente encontradas nos ambientes. Mesmo não sendo estabelecido valor máximo pela CONAMA n.º 357/2005, são relevantes indicadores para a qualidade da água.

Figura 54 –Gráfico ilustrando a densidade de Coliformes Totais nos pontos amostrais da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande, MT



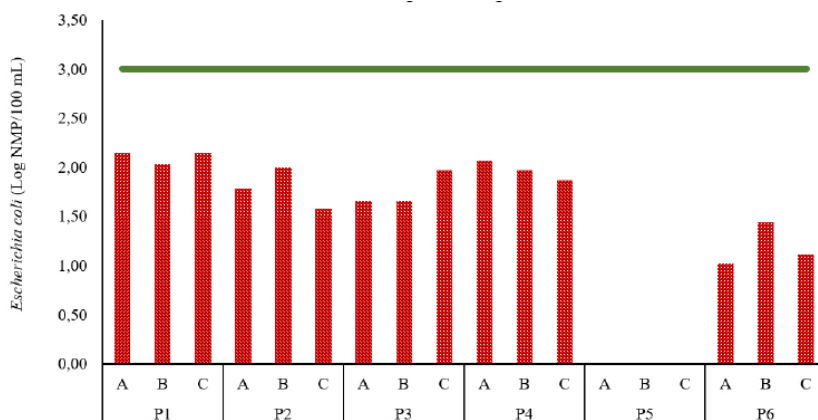
Fonte: Construção dos autores, 2022.

É possível observar que os valores de Coliformes Totais se encontram numa faixa entre 2 Log NMP/100 mL e 3,5 Log NMP/100mL, em todos os pontos amostrais, com exceção do ponto 5, onde provavelmente ocorrem lançamentos de produtos inibidores que afetam a sua proliferação.

6.2.18 *Escherichia coli*

A Figura 55 apresenta a densidade de *Escherichia coli* presente na água dos pontos amostrais. As bactérias do grupo coliformes termotolerantes possuem limites estabelecidos pelo CONAMA n.º 357/2005 de, no máximo, 3 Log NMP/100mL. Foi constatado que a presença de *Escherichia coli* nos pontos amostrais se encontravam na faixa entre 1,2 Log NMP/100mL e 2,3 Log NMP/100mL, com exceção do ponto 5, validando o padrão já observado na análise de coliformes totais.

Figura 55 – Gráfico ilustrando a densidade de *Escherichia coli* nos pontos amostrais nos pontos amostrais da microbacia do córrego da Manga, Várzea Grande, MT

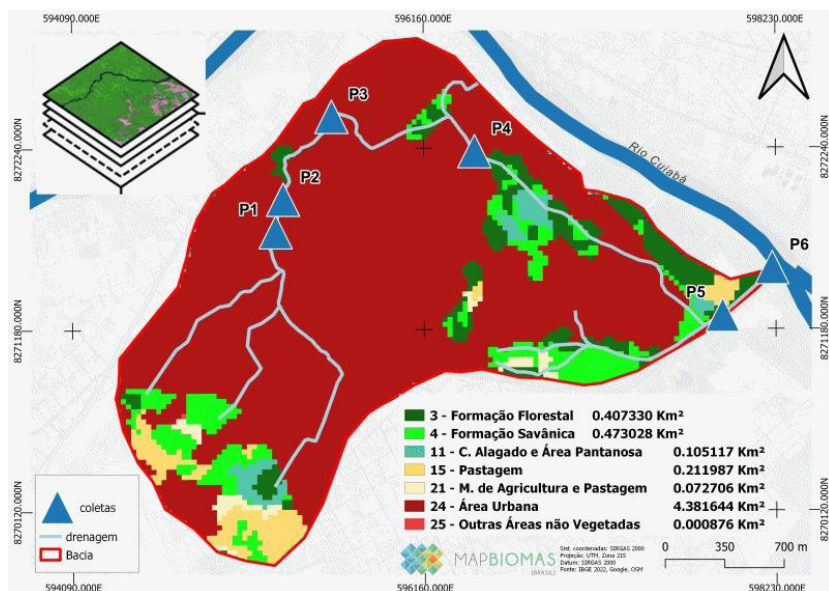


Fonte: Construção dos autores, 2022.

6.2.19 Mapa de uso e ocupação do solo

A Figura 56 apresenta a classificação da ocupação do solo na microbacia, obtida por meio da plataforma MapBiomas, com a aquisição de imagens de satélite, onde é possível acompanhar a dinâmica das transformações no ambiente. Com o cruzamento dessas imagens durante o ano de 2020, e com auxílio de algoritmos de inteligência artificial, foi possível classificar cada pixel da série de imagens, de acordo com sua resposta espectral, apontando o comportamento predominante na região, ao longo do ano.

Figura 56 - Mapa demonstrando o uso e ocupação do solo, na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Foi possível avaliar o percentual de ocupação na microbacia, onde foi constatado que mais de 90% da sua área está classificada como ocupação urbana (representada pelos tons de vermelho e laranja). Tal fato justifica a baixa qualidade do corpo d'água, corroborando os dados analisados nos pontos amostrais.

Em resumo, as análises das amostras de água apresentaram, em grande parte, resultados em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 e CONAMA n.º 430/2011 para corpos hídricos classe 2.

Com base nos resultados apresentados em relação ao pH, notou-se que os valores não atenderam aos limites estabelecidos pela normativa vigente, permitidos para os corpos hídricos de classe 2. Foi possível constatar ainda que a qualidade da água do córrego da Manga está alterada, tendo em vista que os parâmetros de DBO, nitrogênio

e fósforo total, estão em desacordo com a resolução CONAMA n.º 357/2005, em todos os pontos amostrados. É possível observar ainda, a presença de coliformes total e *Escherichia coli* em todos os pontos amostrais, com exceção apenas do ponto 5. Esses resultados obtidos podem ser justificados pela presença de ocupações irregulares às margens dos mananciais hídricos, bem como à precariedade no saneamento básico.

Além dos efluentes domésticos, há também contribuições de efluentes industriais, que afetam diretamente os corpos d'água, conforme se observa nos valores apresentados pelo Índice de estado trófico, em que refletem as ações antrópicas.

Com base nas variáveis analisadas e comparando com as normativas vigentes, é possível concluir que a qualidade da água do córrego da Manga se encontra alterada, não atendendo às necessidades humanas, bem como sua função ecossistêmica.

A microbacia encontra-se bastante antropizada, sendo necessário uma verificação em períodos distintos. Outro fator importante está relacionado à identificação dos pontos de lançamento de efluentes domésticos e industriais, bem como verificar se o lançamento dos efluentes das indústrias corresponde ao estabelecido nas licenças de operação e legislações pertinentes em vigência sobre lançamentos de efluentes em corpos receptores, visto que os pontos 5 e 6 apresentaram maior divergência nos parâmetros avaliados em relação aos demais pontos.

A ocupação desordenada na área intensifica o lançamento de esgotos domésticos nos corpos d'água, sendo evidente a necessidade de um planejamento efetivo, além de obras de saneamento, de modo a minimizar os lançamentos de efluentes de forma inadequada, assim como a supressão da vegetação em área de preservação permanente.

6.3 REFERÊNCIAS

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. The occurrence of nitrogen compounds in well water. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160–165, 1998.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Cuidando das Águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. 2. ed. Distrito Federal: Tda Brasil, 2013. 160 p.

ANDRADE, L.N. **Autodepuração dos corpos d'água**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. UFES. Vitória. ES. Brasil. 2010. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/355472902/004-AUTODEPURACAO-DOS-CORPOS-D-AGUA-Larice-Nogueira-de-Andrade-pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2022

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23th ed. Washington DC: APHA Press; 2017.

BAIRD, C. **Environmental Chemistry**. Fifth Edition. W. H. Freeman and Company, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

COSTA, A. R. S. et al. Impacto da urbanização nas águas superficiais de uma microbacia urbana no município de Capanema/PA, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.2, p.203-215, 2021

DEBERDT, G. L. B. **Produção primária e caracterização da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Salto Grande (Americana-SP) em duas épocas do ano**. São Carlos. 105p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 1997.

FEISTEL, J. C. **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros, 2011. Coordenação de Inspeção Sanitária Dos Produtos de Origem Animal**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Janaina_Costa_2c.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FUNASA - Fundação Nacional da Saúde. **Manual Prático da Análise da Água**. Departamento de Saúde Ambiental Coordenação de Controle da Qualidade da Água. Brasília: 4ª edição, 2013.

ITABORAHY, C. R. **Desempenho de sistemas estático e dinâmico com aguapé (*Eichhornia crassipes*) no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. 1999. 65 f. (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**, 6. Edição, Rio de Janeiro: ABES, 2011.

MIRANDA, R. *et al.* Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia -Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Revista Ambiente e Água**, v. 4, n. 2, p.75-92, 2009.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2010. 4 ed. 388 p.

OLIVEIRA, E. da C. *et al.* **Aplicação do método VERAH para a identificação de problemas ambientais na qualidade da água em uma microbacia urbana.** In: IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Bernardo do Campo/SP – 2018. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/VIII-015.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

PINTO, M. C. K. *et al.* Contaminação das águas subterrâneas por nitrogênio devido à irrigação com efluente do tratamento de esgoto. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 270-281, 2013.

PROJETO MAPBIOMAS – **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** Coleção [6]. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/>> Acesso em: 12 ago 2022.

RIBEIRO, K. T. S. Qualidade sanitária da água e saúde humana em áreas de influência de duas bacias hidrográficas do município de Belém. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 44, v. 1, p.120-, jan-abr, 2022.

SHARMA, S. Water Challenges of an Urbanizing World. In: **Management of Cities and Regions.** [S.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321312963_Water_Challenges_of_an_Urbanizing_World>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SILVA, K. W. S.; EVERTON, N. S.; MELO, M. A. D. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saude**, Ananindeua, v. 7, n. 3, p. 13-22, 2016.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª. ed. [S.l.]: Editora UFMG, 2014.

THEBALDI, M. S.; SANDRI, D.; FELISBERTO, A. B.; DA ROCHA, M. S.; AVELINO-NETO, S. Qualidade da água para irrigação de um córrego após receber efluente tratado de abate bovino. **Engenharia Agrícola**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 109-120, 2013.

VALENTE, J. P. S, PADILHA, P. M., SILVA, A. M. M. DA. Dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD) as pollution parameters in the Lavapés/Botucatu - SP brook. **Eclética Química** (São Paulo), v. 22, p. 49-66, 1997.

VIDAL, R. G.de L. **Os impactos ao meio ambiente natural gerados pela urbanização desordenada na Fercal-DF**. Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão Ambiental, 2018. Planaltina-DF. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26006/1/2018_RaquelGomesDeLemosVidal_tcc.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

WOLKMER, M. de F.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência** (Florianópolis), n. 67, p. 165-198, dez. 2013.

7 HABITAÇÃO

Isabelle Clara Silva Rondon & Danila Soares Caixeta

Um tema que unifica todas as temáticas do método VERAH é a habitação. Neste capítulo, apresentamos a demanda habitacional como um dos principais fatores relacionados aos processos de degradação dos corpos hídricos, haja visto que as habitações, quando construídas sem planejamento e de forma desordenada, causam diversos impactos ao meio, como supressão da vegetação, impermeabilização do solo, processos erosivos, assoreamento de rios, lagos e lagoas, contaminação e poluição da água, entre outros (Caixeta *et al.*, 2019).

Tendo como base a problemática ocasionada pelo processo de habitação, o capítulo objetiva analisar a influência das habitações na qualidade ambiental da microbacia do córrego da Manga, localizada no município de Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil.

7.1 ESTRATÉGIAS PARA DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS DAS HABITAÇÕES NA MICROBACIA

7.1.1 Aspectos analisados

Primeiramente foi realizada a etapa de planejamento, visando elencar os principais aspectos a serem analisados na microbacia, bem como identificar e delimitar a área e os pontos a serem estudados. Os aspectos a serem observados na realização da vistoria *in loco*, e em um raio de 50 metros, estão apresentados no Quadro 14. O registro fotográfico dos aspectos relevantes da microbacia foi realizado para consolidar os resultados.

Quadro 14 - Aspectos analisados no entorno da microbacia, em um raio de 50 m

Percepção visual do Córrego	Percepção Visual do Entorno (50 m)
Odor	Pavimentação
Presença de Óleos e Graxas	Presença de Processos Erosivos
Corantes Provenientes de Fonte Antrópica	Resíduos de Construção Civil
Materiais Flutuantes (Macroplásticos)	Resíduos de Origem Domiciliar
Presença de Resíduos Sólidos de Origem Domiciliar	Esgoto a Céu Aberto
Presença de Resíduos de Construção Civil	Drenagem Urbana
Presença de Lançamento de Efluentes	Arborização
Vegetação Aquática Flutuante	Iluminação Pública
Presença de Eutrofização	-
Dessedentação de Animais	-
Ocorrência de Mortandade de Animais Aquáticos	-
Mata Ciliar	-
Materiais de Jardinagem	-
Assoreamento	-

Fonte: Construção dos autores, 2022.

7.1.2 Levantamento de dados secundários

O levantamento de dados de fontes secundárias foi necessário, visto que muitos aspectos que poderiam classificar a microbacia, bem como suas habitações e infraestrutura, só seriam possíveis de serem obtidos em sites e documentos oficiais do município, bem como informações acerca de variações espaço-temporais da microbacia, obtidas por meio de imagens de satélite.

Alguns dos dados secundários foram obtidos das seguintes fontes:

- Legislações municipais vigentes;
- Censo demográfico do IBGE (2010);
- Plano Municipal de Saneamento Básico de Várzea Grande (2014);

- Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019);
- Departamento de Água e Esgoto de Várzea Grande (2022);
- Prefeitura de Várzea Grande (2022);
- Google Earth (2022)

Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) com o software de uso livre QGIS, versão 3.22, para determinar a delimitação da bacia hidrográfica, sua área e quantificação das residências.

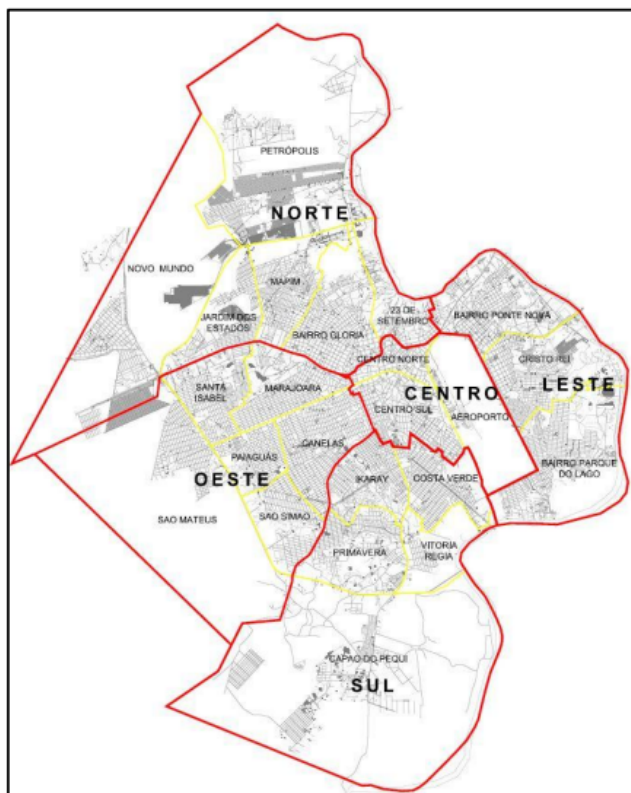
7.2 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO HABITACIONAL

7.2.1 Local de estudo

O município de Várzea Grande, de acordo com IBGE (2010), possui uma população estimada de 290.383 pessoas, com uma densidade demográfica de 240,98 hab/km².

O município em questão, segundo Lei Complementar n.º 3356/2009 (Brasil, 2009), é dividido em 5 regiões, sendo elas: Região Norte ou Grande Glória e Pari; Região Sul ou Costa Verde e Pai André; Região Leste ou Cristo Rei; Região Oeste ou Santa Izabel e Formigueiro e Região do Centro. Destas 5 regiões, 3 delas, Centro, Leste e Oeste, são predominantemente regiões urbanas, conforme apresentado na Figura 57.

Figura 57 – Mapa de divisão das regiões do município de Várzea Grande - MT



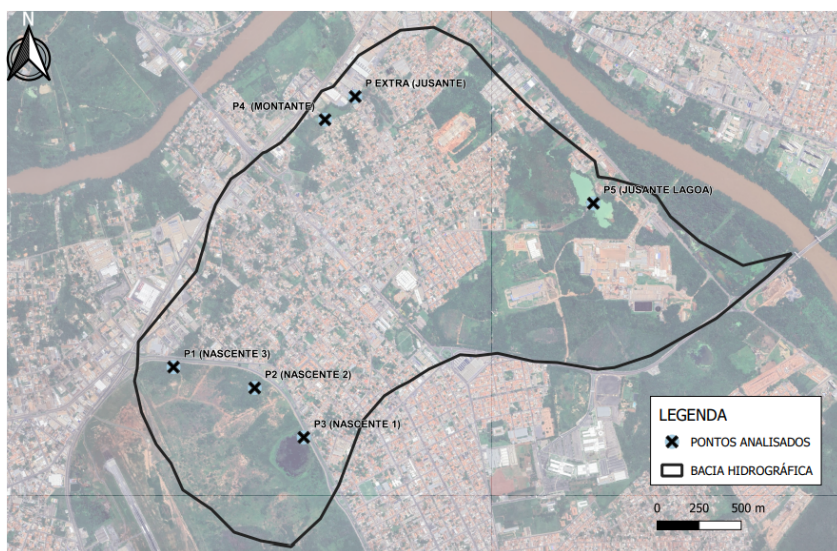
Fonte: Várzea Grande, 2014.

Dentre as regiões divididas no município, a maior influência humana para o córrego da Manga, encontra-se na região leste. Segundo Brasil (2009), referente a Lei Complementar n.º 3356/2009, nesta região estão presentes os bairros Ponte Nova, Cristo Rei e Parque do Lago. A microbacia em questão encontra-se na região do bairro Ponte Nova, conforme a delimitação de bairros instituída na lei citada, o qual possui 16 loteamentos/residenciais, sendo eles: Loteamento Vila Sadia; Loteamento Vista Alegre; Loteamento Morada dos Florais; Loteamento Jardim Aroeira; Residencial Ponte Nova; Manga;

Loteamento Santos Dumont; Loteamento Núcleo III; Loteamento Núcleo do Sesi; Loteamento Construmat; Loteamento Vereador Abelardo de Azevedo; Residencial Cerrados; Alameda; Loteamento Cassyra Lúcia; Loteamento Ponce de Arruda e Residencial Ponte Velha.

A microbacia em estudo tem suas nascentes inseridas no limite da região centro, ainda na área do aeroporto, e escoam através do córrego para região leste, no bairro Ponte Nova, até sua jusante, no rio Cuiabá, possuindo uma área total de 5,629 km² (Figura 60). Foram analisados 6 pontos, conforme apresentado na Figura 58.

Figura 58 – Mapa de delimitação da microbacia do córrego da Manga e pontos amostrais



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

7.2.2 Análise espacial da microbacia

O uso e ocupação do solo da microbacia do córrego da Manga, pelas habitações, vêm mudando o cenário do entorno, demonstrando a

situação de pressão antrópica que a microbacia vem sofrendo, situação essa que pode ser observada nas Figuras 59 a 62.

Figura 59 – Mapa de delimitação e cenário da microbacia do córrego da Manga, no ano de 2004



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022

Figura 60 – Mapa de delimitação e cenário da microbacia do córrego da Manga, no ano de 2010



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

Figura 61 – Mapa de delimitação e cenário da microbacia do córrego da Manga, no ano de 2014



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

Figura 62 – Mapa de delimitação e cenário da microbacia do córrego da Manga, no ano de 2022



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

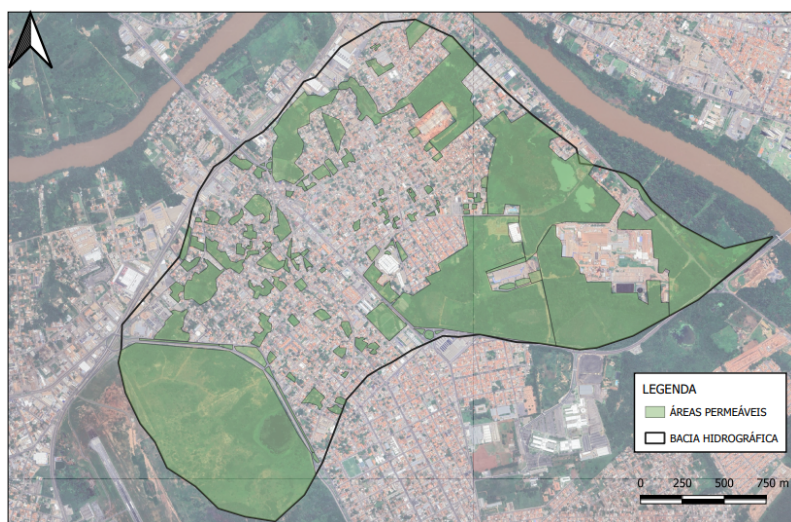
Observa-se que houve um crescimento habitacional expressivo na região do córrego, retirando parte de sua área de preservação permanente e, conseqüentemente, trazendo prejuízos ao corpo hídrico, como assoreamento e carreamento de material particulado.

7.2.3 Área permeável da microbacia

A área permeável de uma microbacia é importante pois contribui com o equilíbrio climático local e principalmente para com o ciclo hidrológico, visto que esse propicia a infiltração da água no solo, abastecendo diversos corpos hídricos por meio do escoamento de base e infiltração em lençol freático.

A microbacia do córrego da Manga possui 2.872 km² de área permeável, o que representa 51% da área da bacia, conforme demonstrado na Figura 63. Fator esse importante principalmente na área das nascentes, promovendo sua recarga e preservação.

Figura 63 – Mapa de áreas permeáveis da microbacia do córrego da Manga, no município de Várzea Grande - MT



Fonte: Construção dos autores, 2022.

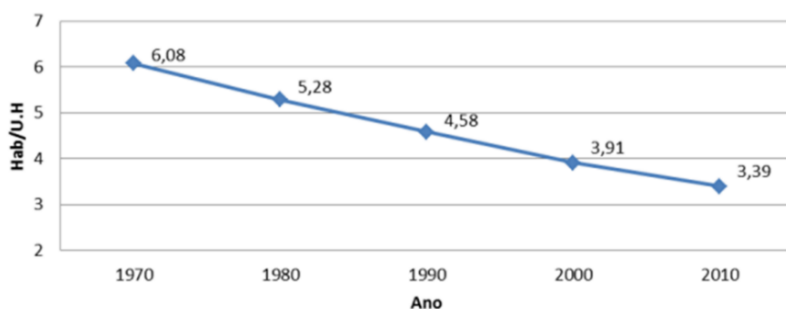
7.2.4 Dados habitacionais

O número de domicílios de Várzea Grande é de 74.592 (73.379 urbanas e 1.213 rurais), de acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2010).

O tipo de domicílio predominante no município é casa (93,63%), seguido por um número pouco expressivo de apartamentos (2,80%) e de casas de vila ou condomínio (2,52%) (IBGE, 2010).

A Figura 64 demonstra a variação na média de habitantes por unidade habitacional no município, em 40 anos, explicitando uma diminuição na média de habitantes por unidade habitacional, ou seja, aumentou a quantidade de habitações, visto que menos pessoas habitam em uma mesma residência.

Figura 64 - Média de habitantes por unidade habitacional em Várzea Grande (1970 – 2010)



Fonte: IBGE, Censo demográfico 1970 – 2010.

Segundo Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Várzea Grande (Várzea Grande, 2014), o bairro Ponte Nova possui aproximadamente 7,15 km², contando com uma população de 15.713 habitantes, dados esses levantados do Censo IBGE 2010.

Corroborando o apresentado anteriormente, a Figura 65 demonstra a densidade de habitantes por unidade habitacional da microbacia em estudo.

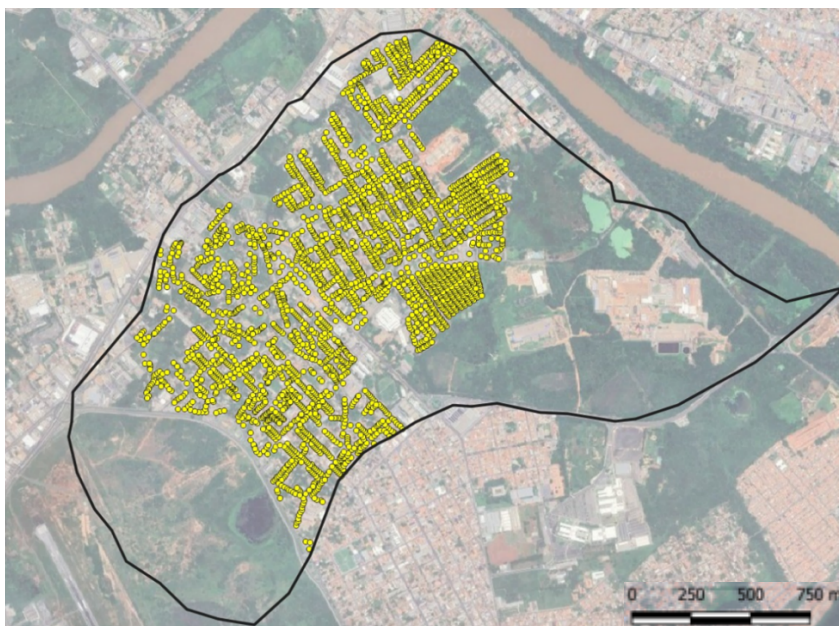
Figura 65 – Mapa do recorte para microbacia - Habitantes /
Unidade Habitacional



Fonte: Adaptado de documento da Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2019.

As unidades habitacionais foram levantadas visando identificar a influência das habitações na microbacia. Dessa forma, foram identificados, de acordo com imagem de satélite, 3.410 habitações, conforme demonstrado na Figura 66.

Figura 66 – Mapa de identificação por área e quantificação de habitações na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Autores, 2022.

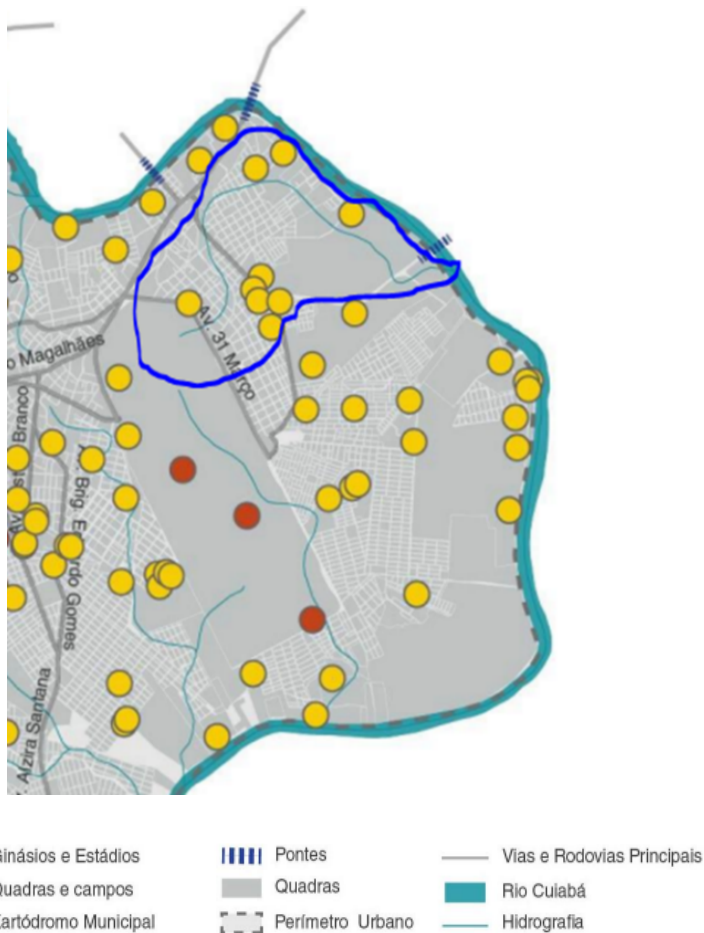
Tal informação levantada é importante para a microbacia, visto que a parcela da população, habitantes dessas moradias, quando não é atendida com infraestrutura adequada de saneamento, devido à construção de habitações sem planejamento ou devido à falta por parte do município, acaba por descartar inadequadamente seus resíduos e efluentes na mesma, colaborando para a poluição e degradação.

7.2.5 Áreas de lazer da microbacia

Segundo a Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019), a região do bairro Ponte Nova conta com 9 quadras e campos, uma biblioteca pública e 3 praças, próximos ao limite da microbacia,

conforme demonstrado na Figura 67. Tal dado é importante, pois, dentre os aspectos de qualidade de vida para população, está a presença de lazer para si e sua família.

Figura 67 – Mapa de definição de áreas de lazer, na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2019.

7.2.6 Abastecimento de água na microbacia

Conforme apresentado no documento de Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019), a cidade é abastecida, em sua maioria, pelo rio Cuiabá, tendo boa parte do território (79,17% -13.008,1649 ha) contemplado com o abastecimento de água, com exceção de algumas áreas de pouca ocupação, ao norte da mancha urbana. De acordo com o Departamento de Água e Esgoto (DAE) do município, em 2021, cerca de 270 mil habitantes (98% da população) foram atendidos por meio de uma rede de abastecimento de 85 mil ligações de água. O sistema atual funciona 80% com água captada pelo rio Cuiabá e 20% via poços artesianos profundos (DAE VG, 2022).

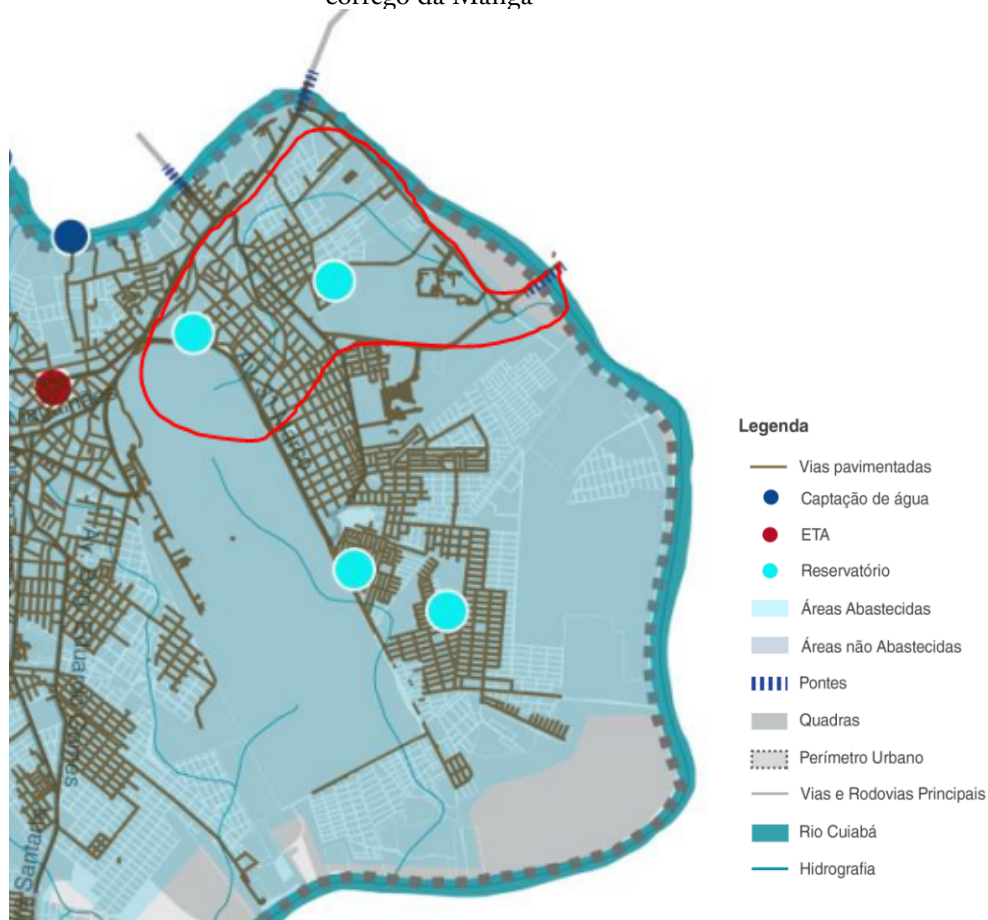
Segundo informações da Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019) e do Departamento de Água e Esgoto de Várzea Grande (DAE VG, 2022), o município, no ano de 2022, contava com cinco captações e estações de tratamento de água, sendo: ETA 1 – situada na avenida Ulisses Pompeu; ETA 2 - na avenida Júlio Campos, a mais recente ETA Grande Cristo Rei, e as estações presentes nos distritos do município: ETA Passagem da Conceição - no distrito de mesmo nome, e ETA Bonsucesso - localizada no Distrito de Bonsucesso, além de contar com 120 poços tubulares, distribuídos nos pontos críticos de abastecimento.

O bairro Ponte Nova, no qual a microbacia em estudo está inserida, é abastecido pela nova ETA Grande Cristo Rei. Em 2018, havia a existência de dois poços tubulares profundos no bairro e na microbacia analisada, conforme demonstrado na Revisão do Plano Diretor (2019).

As habitações da microbacia em estudo são praticamente, em sua totalidade, abrangidas por rede de abastecimento de água, conforme demonstrado na Figura 68. A presença de redes de abastecimento ou poços no local não garante o fornecimento constante de água para a

população, em quantidade e qualidade. Problema este detectado em relatos apresentados pela população residente.

Figura 68 – Mapa do sistema de abastecimento de água na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2019.

7.2.7 Esgotamento sanitário na microbacia

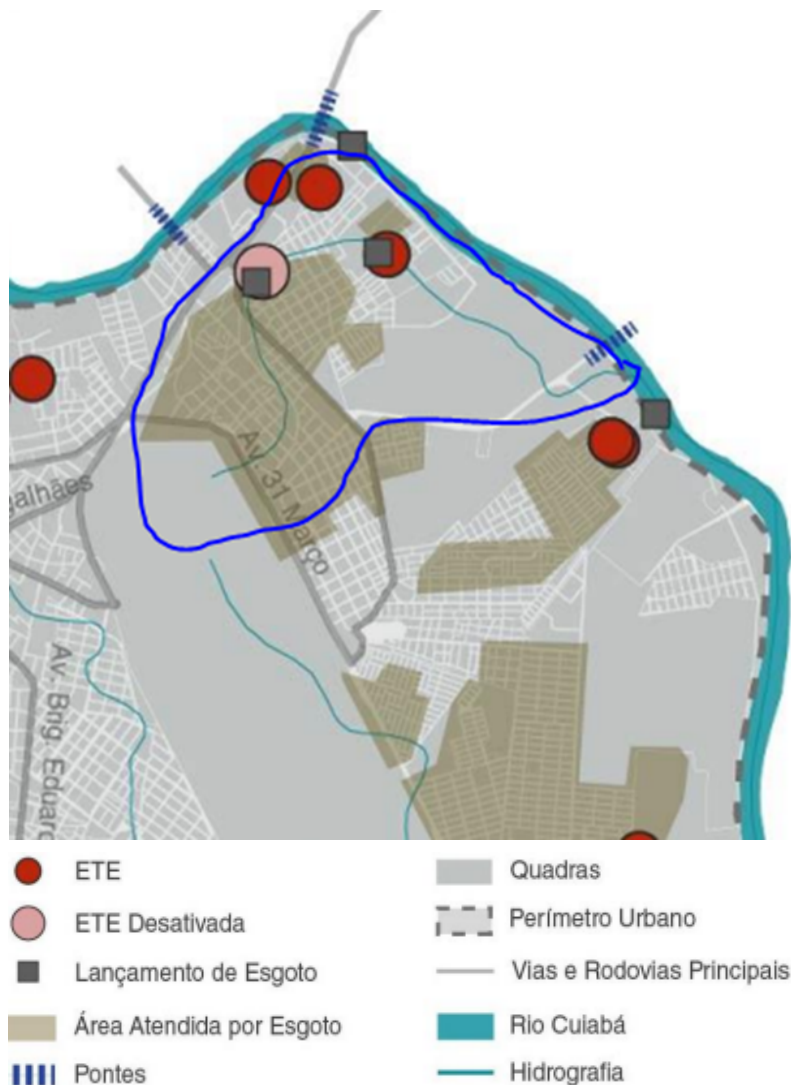
Em 2018, apenas 12,37% do território de Várzea Grande era efetivamente atendido por sistemas coletivos de esgoto sanitário público, o esgoto da maior parte do município é tratado por sistemas alternativos e individuais de esgoto sanitário, geralmente fossas, conforme apresentado no documento da Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019).

Dados mais recentes, publicados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), informam que cerca de 86 mil pessoas eram atendidas com esgotamento sanitário, representando apenas aproximadamente 31% do total da população do município, contando com 22.096 ligações ativas de esgoto, 187,67 km de extensão de rede de esgoto, coletando um volume de 10.553.000,21 m³/ano, dos quais, 5.602.000,05 m³/ano foram tratados.

Tal questão apresenta grande problemática devido a aspectos de infraestrutura urbana, saúde pública e ambiente, visto que, quando Tal questão apresenta grande problemática devido a aspectos de infraestrutura urbana, saúde pública e ambiente, visto que, quando a população não é munida de coleta e tratamento adequado de esgoto, acaba despejando nos cursos hídricos locais.

Segundo a Prefeitura Municipal de Várzea Grande (2019), a microbacia em estudo é atendida em partes por sistema de coleta e tratamento de esgoto, possuindo 1 ETE desativada, 3 ETEs em funcionamento, 3 pontos de lançamento de esgoto, sendo 2 desses no córrego da Manga, e 1 no rio Cuiabá, conforme consta na Figura 69.

Figura 69 – Mapa de sistema de Esgotamento Sanitário na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Várzea Grande, 2019.

A deficiência no saneamento foi comprovada nas visitas *in loco*, no córrego da Manga, observando o despejo de efluentes sem

tratamento, conforme a Figura 70, fato este que deteriora a qualidade do curso hídrico.

Figura 70 - Despejo inadequado de efluente em corpo hídrico



Fonte: Caixeta, 2022.

7.2.8 Drenagem urbana na microbacia

O município não possui informações atualizadas sobre drenagem urbana, apenas dados do Censo IBGE (2010), onde consta que apenas 14% dos domicílios urbanos eram servidos por vias públicas com urbanização adequada (bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). O controle realizado pela prefeitura é apenas referente à pavimentação das ruas.

O município apresenta sistema de infraestrutura de drenagem precária e deteriorada. A Lei n.º 14.026, de julho de 2020 (Brasil, 2020), estabelece o sistema separador, entretanto, isso não ocorre devido a ligações clandestinas e à carência ou ausência de sistema de esgotamento sanitário adequado na cidade. Dessa forma, os corpos hídricos da região acabam recebendo todas as águas servidas pela população, degradando sua qualidade. Em 2018, tal microbacia possuía 53,21km de pavimentação asfáltica, representando 84% da área do bairro (Revisão do Plano Diretor de Várzea Grande, 2019)

Outro grande problema na drenagem urbana é a presença de resíduos sólidos carregados para os corpos d'água, os quais obstruem a passagem da água, ocasionando entupimento dos sistemas de drenagem e consequente inundação no local.

A Figura 71 apresenta ocupação na APP do córrego da Manga. Tais ocupações irregulares de regiões de reduzida cota altimétrica e próximas dos corpos hídricos aceleram o desmatamento de APP's, implicando a aceleração de processos erosivos e de assoreamento em locais baixos ou várzeas. Na imagem citada, também é possível observar tubulações que despejam efluentes domésticos direto no corpo hídrico em estudo.

Figura 71 - Construção de residências nas margens do córrego da Manga



Fonte: Caixeta, 2022.

7.2.9 Resíduos sólidos

Várzea Grande possui coleta de resíduos sólidos nos bairros e, segundo SNIS (2020), cerca de 240 mil pessoas eram atendidas com coleta de resíduos sólidos, representando em torno de 86% da população local. O município dispõe os resíduos em um lixão localizado no sentido Nossa Senhora do Livramento, tal forma de disposição é considerada inadequada visto que contamina o solo, ar e água, trazendo problemas ambientais e de saúde pública.

Em visita *in loco* no município, e principalmente na microbacia em estudo, constatou-se grande quantidade de resíduos sólidos que são despejados de forma inadequada, ao longo da cidade, sendo os resíduos domésticos e de construção civil os mais encontrados, jogados muitas vezes em áreas verdes, nascentes e corpos d'água, formando bolsões de lixo, os quais degradam a infraestrutura, geram problemas à saúde

e ao ambiente, além de prejudicar o aspecto visual local, conforme pode ser observado na Figura 72.

O bairro Ponte Nova, no qual se encontra a microbacia, possui coleta de resíduos sólidos domésticos, sendo no regime de terça e sexta, no período diurno (Várzea Grande, 2014). Conforme informações de moradores locais, a coleta, atualmente, se dá nas terças, quintas e sábados (dados não formais).

Figura 72 - Resíduos sólidos no corpo hídrico e em seu entorno



Fonte: Caixeta, 2022.

Com relação aos resíduos de construção civil, é observada a deposição inadequada dos mesmos nas vias de acesso e passeios, sem qualquer contenção ou acondicionamento (Figura 73).

O município conta com empresas autorizadas para recolher os resíduos da construção civil, entretanto, grande parte das pequenas obras não realiza a destinação adequada, ou até contratam as caçambas, mas de empresas não autorizadas, as quais dispõe os materiais no lixão da cidade, ou em terrenos baldios.

Figura 73 - Resíduos da Construção Civil dispostos inadequadamente

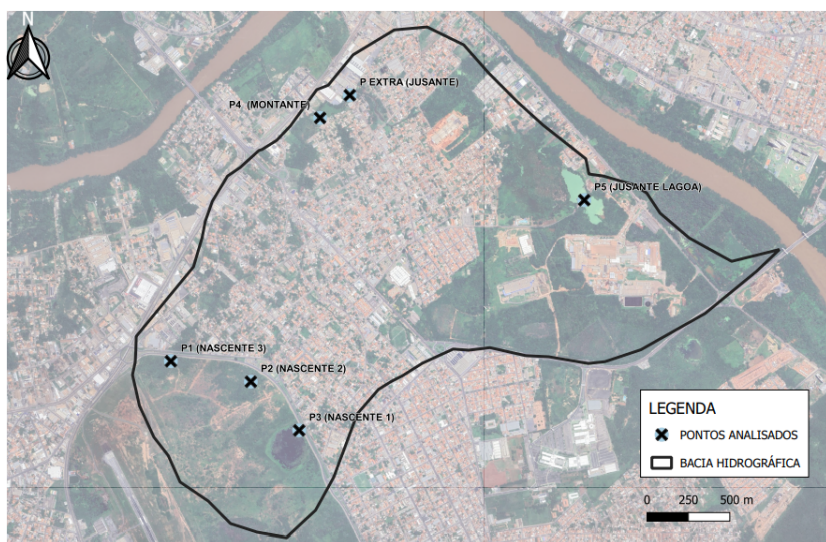


Fonte: Caixeta, 2022.

7.2.10 Análise perceptiva da microbacia

De acordo com a metodologia adotada anteriormente, foram analisados os itens propostos em 6 pontos principais da microbacia, conforme demonstrado na Figura 74. Os resultados das análises perceptivas do córrego e entorno estão apresentados nas Tabelas 16 e 17.

Figura 74 - Mapa dos pontos analisados perceptivamente na microbacia do córrego da Manga



Fonte: Construção dos autores, 2022.

Tabela 16 - Análise da percepção visual do córrego da Manga, 2022

Características	P1		P2		P3		P4		P5		P. Extra	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Odor		x		x		x	x		x		x	
Presença de óleos e graxas	x			x		x		x		x	x	
Corantes provenientes de fonte antrópica		x		x		x		x		x	x	
Materiais flutuantes (macroplásticos)	x			x		x		x		x	x	
Presença de resíduos sólidos de origem domiciliar	x			x	x		x		x		x	
Presença de resíduos de construção civil	x			x		x	x		x		x	
Presença de lançamento de efluentes	x			x		x	x		x		x	
Vegetação aquática flutuante		x		x	x		x		x			x
Presença de eutrofização		x		x		x		x		x		x
Dessedentação de animais		x	x		x		x		x			x
Ocorrência de mortandade de animais aquáticos		x		x		x		x		x		x
Mata ciliar	x		x		x		x		x		x	
Materiais de jardinagem		x		x		x		x		x		x
Assoreamento	x			x		x		x		x		x

Nota: P1 (Nascente 3); P2 (Nascente 2); P3 (Nascente 1); P4 (Montante Lagoa); P5 (Jusante Lagoa); P Extra (Jusante)

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Tabela 17 - Análise da percepção visual do córrego da Manga, em um raio de 50 metros

Características	P1		P2		P3		P4		P5		P. Extra	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Pavimentação	x		x		x		x		x		x	
Apresenta processos erosivos	x		x		x		x		x		x	
Resíduos de construção civil	x		x		x		x		x		x	
Resíduos de origem domiciliar	x		x		x		x		x		x	
Esgoto a céu aberto	x		x		x		x		x		x	
Possui drenagem urbana	x		x		x		x		x		x	
Possui arborização	x		x		x		x		x		x	
Possui iluminação pública	x		x		x		x		x		x	

Nota: P1 (Nascente 3); P2 (Nascente 2); P3 (Nascente 1); P4 (Montante Lagoa); P5 (Jusante Lagoa); P Extra (Jusante)

Fonte: Construção dos autores, 2022.

Os pontos P1, P2 e P3, os quais são referentes às nascentes da microbacia, foram os locais mais preservados. Nas nascentes e/ou em seu entorno, há a presença de habitações, comércio e alta circulação de veículos e pedestres, o que propicia a disposição inadequada de resíduos, os quais podem ser levados por moradores do local, ou pelo vento, para as áreas dessas nascentes. Ressalta-se que nas nascentes não há a presença de residências, mas pode ser notada uma quantidade significativa de resíduos transportados para esse local, pelos indivíduos que o frequentam.

Com relação ao P4, foi possível observar uma manifestação de invasão no local. As habitações não possuíam infraestrutura adequada, lançando seus efluentes e resíduos na lagoa, conforme demonstrado na Figura 75. Observa-se a precariedade na qualidade de vida da população nesta condição, visto que a mesma está sujeita a problemas de saúde, devido à falta de saneamento básico.

Figura 75 - Residências em APP da lagoa



Fonte: Caixeta, 2022.

O P5 apresentou forte presença antrópica, mesmo não havendo habitações ao redor, o local estava sendo usado pela população como depósito de resíduos sólidos domésticos e resíduos de grande porte, como sofás, pneus, geladeiras, animais mortos, entre outros. Fato esse que é refletido, principalmente, devido a falhas no sistema de coleta e disposição inadequada de resíduos sólidos, por parte do município e população, respectivamente. A Figura 76 demonstra tal situação.

Figura 76 - Resíduos sólidos dispostos inadequadamente na APP do corpo hídrico



Fonte: Caixeta, 2022.

Com relação ao ponto extra, foi um dos que apresentou maior degradação, dentre todos os analisados. Havia presença de habitação na área de mata ciliar, despejo inadequado de efluente, resíduos sólidos domésticos e da construção e erosão no entorno do córrego, como demonstrado na Figura 77.

Figura 77 - Corpo hídrico com características de degradação



Fonte: Caixeta, 2022.

Tal situação é degradante para o córrego, pois a população que habita no entorno despeja seus resíduos e efluentes neste local, e devido à presença das mesmas na APP do córrego, provocam a sua erosão. Outra problemática é para a população que habita neste local, a qual está sujeita a inundações e proliferação de vetores que ocasionam doenças.

O ponto do exutório no rio Cuiabá não apresenta habitações em seu entorno e nem presença significativa de degradação humana, como despejo inadequado de resíduos sólidos e efluentes domésticos (Figura 78).

Figura 78 - Exutório da microbacia do córrego da Manga, 2022



Fonte: Caixeta, 2022.

Em síntese, com este estudo foi possível verificar *in loco* que grande parte da degradação existente na microbacia se deve à ocupação inadequada por habitações, principalmente nas margens do córrego. As habitações em APP contribuem para a supressão da vegetação, facilitando o carreamento de partículas e de resíduos sólidos urbanos até a área.

A ausência de sistemas de esgotamento sanitário representa potencial risco de degradação da microbacia, pois, devido à ausência desse sistema, a população lança de maneira inadequada seus efluentes e resíduos em áreas inadequadas. A falta nos aspectos relacionados a micro e macrodrenagem também podem contribuir para o carreamento de sedimentos e posterior assoreamento do córrego.

Dessa forma, os recursos hídricos da microbacia são afetados diretamente pela falta de gestão e gerenciamento do saneamento básico do município, influenciando na sua qualidade de vida. Analisando a situação de grande parte das habitações na microbacia, com relação aos critérios já mencionados, pode-se

É importante destacar que todo o meio é afetado, direta ou indiretamente, pelas poluições ocasionadas, sendo que os impactos gerados afetam também a biodiversidade terrestre. A poluição visual ocasionada afeta não somente os moradores da microbacia, como também todos os que transitam pelo local.

Dessa forma, pode-se perceber que as ocupações irregulares na microbacia ocasionam prejuízos ao meio e aos recursos hídricos, sendo importante a aplicação das políticas públicas, tanto em prol da população quanto do ambiente, proporcionando, assim, um ambiente com qualidade de vida, habitação e preservação em consonância.

7.3 REFERÊNCIAS

ONU. Assembleia Geral da ONU. (1948). “**Declaração Universal dos Direitos Humanos**” (217 [III] A). Paris. Disponível em: < <http://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/> >

ALMEIDA, I. F.G. **Desigualdades e políticas públicas de habitação no Brasil**. 2011. Disponível em: < <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/8907> > Acesso em: 16 jun. 2022.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE VÁRZEA GRANDE – DAE VG. Disponível em: <<http://dae.varzeagrande.mt.gov.br/arquivos>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto** - 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>

BRASIL. **Lei nº14.026/2020**. Atualiza o marco legal do saneamento e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>

BRASIL. **Lei Complementar nº 3356/2009**. Dispõe sobre o abastecimento do Município de Várzea Grande/MT e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/mt/v/varzea-grande/lei-ordinaria/2009/335/3356/lei-ordinaria-n-3356-2009->

dispoe-sobre-o-abairramento-do-municipio-de-varzea-grande-mt-e-da-outras-providencias>.

CAIXETA, D. S. *et al.* **Urbanização e seus efeitos sobre os corpos hídricos: uma situação de escassez e deterioração**. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. **Censo 2010 Várzea Grande**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de jun. de 2022.

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A.T.R. A questão habitacional no Brasil. **Mercator** (Fortaleza), v. 16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2017.E16015>

VÁRZEA GRANDE. Plano Municipal de Saneamento Básico de Várzea Grande (VÁRZEA GRANDE). **Diagnóstico da situação do saneamento básico**. 2014. Disponível em: <https://persmt.setec.ufmt.br/wpcontent/uploads/2020/09/VÁRZEA_GRANDE_VA%CC%81RZEA-GRANDE.pdf>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VÁRZEA GRANDE. REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE VÁRZEA GRANDE. **Diagnóstico Técnico Participativo**. 2019. Disponível em: <http://www.varzeagrande.mt.gov.br/storage/Arquivos/18cc98408392072298289006aba7cd21.I_02>.

8 QUADRO SÍNTESE: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA, VÁRZEA GRANDE MT

Danila Soares Caixeta et al.

Neste capítulo, apresentamos o quadro síntese de todas as temáticas do método VERAH, abordadas para a realização do diagnóstico ambiental da microbacia do córrego da Manga. O quadro síntese consiste na apresentação do diagnóstico, problemática e recomendações, conforme mostrado no Quadro 15.

O desenvolvimento habitacional desordenado, aliado à falta de gestão na microbacia do córrego da Manga, tem contribuído com a degradação e, consequentemente, com o cenário visual atual.

O processo de degradação caminha em direção ao revés, no entanto, a microbacia do córrego da Manga requer ações imediatas para minimizar e/ou eliminar os impactos, a fim de que a população possa se beneficiar de requisitos mínimos para uma qualidade de vida satisfatória e salubre.

Nessa microbacia, os maiores impactos observados foram a ocupação habitacional em áreas de preservação permanente; ocorrência de apenas pequenos fragmentos de vegetação natural, localizados na área de reserva do Aeroporto Marechal Rondon; alguns processos erosivos que precisam ser controlados, de modo a não amplificar os impactos ao curso d'água; descarte de resíduos sólidos de forma inadequada ao longo de toda a microbacia, com destaque para os resíduos da construção civil; e a qualidade da água está completamente degradada, problemas esses que colocam em risco a saúde e a qualidade de vida da população (Quadro 15).

Quadro 15 - Quadro síntese do diagnóstico ambiental da microbacia do córrego da Manga, em Várzea – Grande, 2022

	DIAGNÓSTICO	PROBLEMÁTICAS	RECOMENDAÇÕES
VEGETAÇÃO	- Área com cobertura vegetal - Fitofisionomia Cerrado (fisionomia de Cerrado <i>sensu stricto</i> e Mata ciliar). - Supressão da vegetação.	- Ausência de vegetação nativa. - Solo exposto; - Aumento do escoamento superficial; -Existência de espécies invasoras, exóticas e oportunistas; - Perda da biodiversidade (flora e fauna); - Rebaixamento do aquífero freático.	- Controle de espécies invasoras; - Restauração /recuperação da vegetação nativa. - Cobranças dos órgãos responsáveis (legislação ambiental); - Plano de manejo da área (atualização); - Conservação dos remanescentes de vegetação; - Restauração /recuperação da vegetação nativa; - Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).
	- Alterações no uso da terra (Área ocupada por habitações)	- Perda da biodiversidade (flora e fauna).	- Restauração /recuperação da vegetação nativa; - Preservação das APPs.
	- Presença de erosão laminar: - Suscetibilidade à erosão laminar: Muito suscetível; - Fomas Erosivas Laminar: ligeira e moderada; - Presença de erosão em sulcos: - Fomas Erosivas em Sulcos: ocasionais e muito frequentes, pouco profundas e muito profundas. - Classe de erodibilidade: Muito erodível; - Áreas com solos parcialmente descoberto e exposto; - Ausência de dissipadores de energia; - Degradação das margens do córrego, ocasionadas pelo avanço urbano desorganizado; - Manejo inadequado das atividades de manutenção de aceros.	- Presença de processos erosivos (laminar e sulcos); - Aumento das perdas de solo, devido às atividades antrópicas; - Assoreamento dos mananciais de água; - Substituição da vegetação por edificações, nas áreas de APP's, causando processos erosivos intenso, especificamente nas margens do córrego; - Solapamento das encostas e margens do córrego, causando processos erosivos intensos.	- Identificação e contenção dos processos erosivos; - Construção de sistema de drenagem de águas pluviais; - Cercamento e proteção das nascentes; - Reflorestar áreas degradadas com espécies nativas do entorno do córrego; - Plantação de árvores, arbustos e camadas de grama aumentar a infiltração de água no solo; - Fiscalização do uso e ocupação do poder público de acordo com a legislação municipal específica (lei 509/2005); - Cooperação pública e/ou privada para proteger e, ou restaurar o solo circundante e a vegetação nativa do córrego; - Planos de manejo de atividades antrópicas.
RESÍDUOS	- Ausência de regularidade e divulgação da coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos.	- Descarte e acúmulo de resíduos nas ruas, bueiros e microbacias, gerando poluição e impacto ambiental.	- Atualizar dados do itinerário e intensificar na divulgação com a população (Site da prefeitura e rádios comunitárias). - Regularidade da coleta, isto é, os veículos coletores devem passar regularmente nos mesmos locais, dias e horários.
	- Acondicionamento de resíduos domiciliares e lixeiras inadequadas (significativa quantidade de resíduos no solo e nos recursos hídricos); - Grande quantidade de bolsões de Resíduos da Construção Civil (RCC); - Grande quantidade de resíduos de poda, distribuídos pela área da microbacia.	- Acúmulo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) domiciliares e principalmente RCC. - Resíduos de podas em locais inapropriados, como terrenos baldios, margens das ruas e APPs.	- Adequar a frota e rota de coleta, com percurso mais eficiente, com excelente produtividade e menor custo; - Adotar um modelo padrão de acondicionamento dos resíduos domiciliares. - Exigir a instalação de lixeiras adequadas, evitando contato com animais, vetores e o solo. - Educação ambiental da população com programação contínua e ações efetivas para promoção da limpeza pública é de grande importância, até mesmo para desenvolvimento de uma consciência de coletividade; - Planejamento de construção de Ecopontos para os RCC/Podas e resíduos grandes e volumosos. - Aplicar multas para os responsáveis por descarte de resíduos em locais inapropriados.
	- Grande percentual de resíduos sólidos orgânicos nas lixeiras.	- Resíduos com potencial de decomposição principalmente pela formação do chorume, gerando o risco de contaminação do solo e da água. - Local favorável a proliferação de vetores (animais domésticos e animais peçonhentos).	- Desenvolvimento de política pública para a separação dos resíduos coletados nas residências (Coleta seletiva) e aproveitamento dos resíduos orgânicos. - Incentivo a projetos e implantação de técnicas de compostagem para a população. - Aproveitamento de resíduos sólidos recicláveis, para a geração de renda em cooperativas de reciclagem de resíduos.
	- Grande percentual de materiais recicláveis acondicionado com matéria orgânica no resíduos domiciliares;	- Aumento dos custos com a coleta e disposição final dos resíduos domiciliares; - Diminuição da vida do aterro municipal.	- Implantação da coleta seletiva e incentivar a segregação na fonte/residência. - Incentivar a criação de novas associações de cooperativas. - Fomentar a criação de novos pontos de coleta e produtos de logística reversa.
ÁGUA	- Nascentes sem presença de lâmina d'água.	- Diminuição do tempo de permanência da água no solo, em razão do aumento do escoamento do fluxo superficial da água, em consequência da ausência da vegetação; - Possível alteração no curso d'água.	- Proteção das nascentes; - Programas de incentivos à recuperação da vegetação ciliar da microbacia; - Monitoramento ambiental da microbacia em períodos chuvosos e estiagens; - Programas de mobilização ambiental, com a população residente nos bairros do entorno da microbacia.
	- Alterações na quantidade e qualidade da água, devido a degradação das margens do córrego.	- Possíveis mudanças no ciclo hidrológico local. - Alteração na qualidade física, química e biológica da água; - Possível eutrofização do corpo hídrico; - Alteração na fauna associada e da microbiota do corpo hídrico; - Possível comprometimento das funções ecossistêmicas.	- Cumprimento das leis pertinentes, em vigência, para a preservação dos corpos hídricos; - Recuperação das áreas de APPs degradada; - Promover ações de educação ambiental, com a população.
	- Precariedade no saneamento básico.	- Inconformidades na qualidade da água, constatadas pelos resultados das análises de <i>E. coli</i> , baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD), elevada demanda biológica de oxigênio (DBO), sólidos dissolvidos, nitrogênio total e fósforo; - Qualidade Ruim a Péssima da água, de acordo com resultados da análise de água para o IQA; - Córrego se apresenta hipereutrófico, de acordo com os resultados do IET. - Presença de espumas e material particulado; - Lançamento clandestino de efluente doméstico bruto e industriais no corpo hídrico; - Alteração dos aspectos bióticos; - Presença de animais peçonhentos e sinantrópicos; - Possível comprometimento das funções ecossistêmicas; - Exposição da população, a possíveis doenças de veiculação hídrica.	- Implantação de rede coletora e sistema de tratamento, por meio da iniciativa governamental, ou a im- plantação de sistemas de tratamento de efluentes individuais; - Manutenção e operação da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do bairro, por meio de iniciativas governamentais; - Verificar junto ao órgão ambiental competente, possível influência de efluentes industriais; - Monitoramento ambiental da microbacia em períodos chuvosos e estiagens; - Realizar ações de educação ambiental, visando sensibilizar e mobilizar a população da microbacia.
	- Lagoas com excesso de plantas aquáticas (macrófitas).	- Possível eutrofização em decorrência do excesso de fósforo e nitrogênio, ocasionando a proliferação de macrófitas; - Desequilíbrio na fauna aquática.	- Ampliação e manutenção das redes coletoras e estação de tratamento, pelos órgãos competentes; - Sensibilização da população, quanto a necessidade de interligação à rede coletora e aos sistemas de trata- mento de efluentes domésticos; - Manejo das macrófitas.
HABITAÇÃO	- Invasão de residências em áreas de preservação permanente (APP), do córrego. - Vulnerabilidade social.	- Habitações em locais inadequados; - Degradação das áreas de preservação permanente; - Assoreamento do córrego; - Desmatamento; - Processos Erosivos; - Alagamentos; - Carreamento de material particulado.	- Aplicação da política de habitação social; - Aplicação efetiva de políticas públicas como o Plano Diretor municipal; - Fiscalização das leis de uso e ocupação do solo; - Remoção das habitações existentes nas APPs; - Recuperação das APPs.
	- Carência em sistemas de drenagem superficiais.	- Maior escoamento superficial - Assoreamento dos corpos hídricos; - Diminuição das áreas de recargas hídricas; - Interferência no ciclo hidrológico.	- Implantação e/ou ampliação de sistemas de macro e micro drenagem urbana; - Manutenção do sistema de drenagem; - Fiscalização de ligações irregulares; - Regularização das habitações, referente aos itens de instalações hidrossanitárias.
	- Impermeabilização da microbacia.		- Aumento de áreas permeáveis e expansão das áreas verdes e incentivo municipal para proprietários que possuem áreas verdes/permeáveis; - Aplicação das leis urbanísticas; - Regularização das edificações.
	- Deficiência na educação ambiental da população.	- Disposição ambientalmente inadequada de resíduos sólidos e efluentes.	- Elaboração e implantação de projetos de educação ambiental, na comunidade e escolas; - Fiscalização de agentes de saúde pública.

Fonte: Construção dos autores (2022).

SOBRE AS ORGANIZADORAS

Danila Soares Caixeta

Graduada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Patos de Minas-MG, mestre e doutora em Ciências, área Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras-MG, Estágio pós-doutoral no Laboratório de Biotecnologia e Biodiversidade da Universidade Federal de Viçosa, Especialista em Imunologia e Microbiologia. Professora Associada IV na Universidade Federal de Mato Grosso. Chefe de departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, gestão 2020-2022. Vice coordenadora do Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos, gestão 2022-2024 e coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, gestão 2024-2025. Atua no desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão, nas áreas de Microbiologia, Bioquímica Ambiental e Recursos Hídricos, com enfoque em análise da qualidade da água e ar e estudos quantitativo e qualitativo de microplásticos.

<http://lattes.cnpq.br/8314296350945580>

Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dorés

Engenheira Química com Mestrado em Química Analítica pela Salford University em 1993 e doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2004. É professora aposentada do Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso, onde atuou de agosto de 1984 a março de 2015. Atua na área de Química, com ênfase em Análise de Traços e Química Ambiental, desenvolvendo pesquisas relacionadas à dinâmica ambiental de pesticidas e impactos destas substâncias na saúde e no ambiente. Foi professora credenciada no Programa de Pós-Graduação em Química de 2010 a 2020 e em Recursos Hídricos da UFMT desde 2007. Foi coordenadora do Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos da UFMT de junho de 2007 a maio de 2011 e vice-coordenadora

de maio de 2013 a março de 2015. Atualmente é Pesquisadora Associada ligada ao programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da UFMT.
<http://lattes.cnpq.br/4094572237082106>

LISTA DE AUTORES POR CAPÍTULO

VERAH: VEGETAÇÃO, EROSÃO, RESÍDUO, ÁGUA E HABITAÇÃO

Danila Soares Caixeta
Adriana de Paula Cardoso Siqueira
Aldecy de Almeida Santos
Alecsandra Pazza Martarello
Ana Paula Venâncio da Silva
Andréia Cristina da Motta
Carlos Henrique Aparecido de Souza
Cintia da Silva Serrano
Daniel dos Santos Filho
Danielly Gomes dos Santos Sobrinho
Daniely Mendes da Costa Felfili
Ediberg de Brito Junior
Eliana Celestino Paixão
Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dorés
Emílio Carlos de Azevedo
Geovanna Mikaelle Santos Silva
Herval Alves Ramos Filho
Isabelle Clara Silva Rondon
Jonathan Lima Barbosa
Larissa Lorena Echeverria Freitas
Roseli Port

Viviane Cristina Padilha Lopes
Zoraidy Marques de Lima

MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA

Danila Soares Caixeta
João Batista Bezerra Ito

VEGETAÇÃO

Alecsandra Pazza Martarello
Eliana Celestino Paixão
Ana Paula Venâncio da Silva
Ediberg de Brito Junior
Geovanna Mikaelle Santos Silva

EROSÃO

Jonathan Lima Barbosa
Emílio Carlos de Azevedo
Carlos Henrique Aparecido de Souza

RESÍDUOS

Danielly Gomes dos Santos Sobrinho
Aldecy de Almeida Santos
Andréia Cristina da Motta
Daniel Santos Filho
Roseli Port
José Pedro Garcia Rocha
Yaçaná Pouso Neves

ÁGUA

Cintia da Silva Serrano
Eliaana Freire Gaspar de Carvalho Dores
Adriana de Paula Cardoso Siqueira
Viviane Cristina Padilha Lopes
Zoraidy Marques de Lima
Daniely Mendes da Costa Felfili
Herval Alves Ramos Filho
Larissa Lorena Echeverria Freitas

HABITAÇÃO

Isabelle Clara Silva Rondon & Danila Soares Caixeta

QUADRO SÍNTESE: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA MANGA, VÁRZEA GRANDE MT

Danila Soares Caixeta
Adriana de Paula Cardoso Siqueira
Aldecy de Almeida Santos
Alecsandra Pazza Martarello
Ana Paula Venâncio da Silva
Andréia Cristina da Motta
Carlos Henrique Aparecido de Souza
Cintia da Silva Serrano
Daniel dos Santos Filho
Danielly Gomes dos Santos Sobrinho
Daniely Mendes da Costa Felfili
Ediberg de Brito Junior
Eliaana Celestino Paixão
Eliaana Freire Gaspar de Carvalho Dores

Emílio Carlos de Azevedo
Geovanna Mikaelle Santos Silva
Herval Alves Ramos Filho
Isabelle Clara Silva Rondon
Jonathan Lima Barbosa
Larissa Lorena Echeverria Freitas
Roseli Port
Viviane Cristina Padilha Lopes
Zoraidy Marques de Lima

Este manuscrito, apresenta os resultados de estudos realizados por mestrandos e docentes do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Mato Grosso, que teve como objetivo investigar os impactos causados na microbacia do Córrego da Manga, localizado no município de Várzea Grande - MT, em virtude das atividades antrópicas.

Para realização do diagnóstico foi aplicado os cinco elementos do método empírico VERAH (Vegetação, Erosão, Água, Resíduos e Habitação), que possibilitaram fazer um levantamento detalhado da influência humana sobre a microbacia. Sendo assim, o manuscrito aborda de forma clara e genuína os problemas e ainda aponta, possíveis, medidas a serem adotadas, para minimizar ou eliminar os danos causados ao corpo hídrico.

