



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE AQUIDAUANA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ADRIANA DE BARROS

**PLANEJAMENTO DO MEIO FÍSICO AMBIENTAL NA ÁREA DE ALIMENTAÇÃO  
DE NASCENTES DA BACIA DO Córrego Guanandy em Aquidauana – MS**

AQUIDAUANA – MS  
2018

ADRIANA DE BARROS

**PLANEJAMENTO DO MEIO FÍSICO AMBIENTAL NA ÁREA DE ALIMENTAÇÃO  
DE NASCENTES DA BACIA DO CÓRREGO GUANANDY EM AQUIDAUANA – MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Dinâmica Natural e Análise Socioambiental, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia, sob a orientação do Prof. Dr. Valter Guimarães.

AQUIDAUANA – MS  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Seção de Biblioteca – CPAQ/UFMS, Aquidauana, MS, Brasil)

Barros, Adriana de

B277      Planejamento do meio físico ambiental na área de alimentação de nascentes da  
bacia do Córrego Guanandy em Aquidauana-MS / Adriana de Barros. --  
Aquidauana, MS, 2018.  
150 f., il. (algumas color.); 30 cm

Orientador: Valter Guimarães  
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul. Campus de Aquidauana.

1. Bacia Hidrográfica – Córrego Guanandy - Aquidauana, MS. 2. Recursos  
hídricos – Aspectos ambientais - Mato Grosso do Sul. 3. Recuperação ambiental –  
Aquidauana (MS). I. Guimarães, Valter. II. Título.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: **Adriana de Barros**

Dissertação defendida e aprovada em 20 de março de 2018 pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Valter Guimarães** (orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. **Lucy Ribeiro Ayach** (UFMS)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Ricardo Henrique Gentil Pereira** (UFMS)

## **AGRADECIMENTOS**

É muito importante agradecer aqueles que fizeram parte de nossa trajetória, afinal ninguém caminha sozinho. Gostaria de expressar minha eterna gratidão a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho, em especial:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valter Guimarães e à minha coorientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Waleska Souza Carvalho Santana, pelas contribuições e ensinamentos preciosos, e principalmente, pela enorme paciência nas correções e sugestões feitas durante a orientação deste trabalho.

Aos meus amigos, pelo encorajamento, aos meus colegas de trabalho pelo carinhoso “empurrão” e ajuda técnica, e aos colegas de curso, pela motivação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e aos professores dos cursos de Geografia e Biologia do Campus de Aquidauana, pelos ensinamentos, disponibilidade e apoio: o meu eterno carinho!

À minha família, pelo incentivo e amor incondicional.

Com todos vocês, divido a recompensa dessa experiência!

*"Ninguém entra num mesmo rio uma segunda vez,  
pois quando isso acontece já não se é o mesmo; assim  
como suas águas, que já serão outras."*

*Heraclito de Éfeso*

## RESUMO

Além de essencial para a vida de todos os organismos vivos, a água com qualidade adequada é indispensável nas diversas áreas de atuação das comunidades humanas, sendo de grande importância a caracterização e o controle da sua qualidade. Nas regiões urbanizadas é uma condição indispensável para a evolução e desenvolvimento das populações, seja sob o aspecto socioeconômico ou para a obtenção e manutenção da qualidade de vida. Nas zonas rurais, a importância desse monitoramento diz respeito principalmente à proteção dos ecossistemas e da qualidade das atividades agropecuárias. O conjunto de variáveis que discriminam a qualidade da água geralmente tem influência sazonal, no entanto, em ambientes com forte influência antrópica a geração de efluentes é um fator determinante para alteração das características físicas, químicas e biológicas do corpo hídrico. Este trabalho teve como objetivo a caracterização da qualidade das águas e do meio físico da bacia do córrego Guanandy, em Aquidauana – MS, em função das pressões humanas e influências ocasionadas pelo uso e ocupação do solo, com a finalidade de sugerir um plano de recuperação ambiental e medidas mitigadoras que possam ser utilizadas na recuperação das áreas de nascentes. A bacia hidrográfica estudada localiza-se na região sul do município, entre as latitudes 20°29'11" e 20°24'47" S e longitudes 55°47'09" e 55°43'02" W e apresenta uma área de aproximadamente 1.782,17 hectares, inserida com faixas nas zonas rural e urbana. A área de pastagem ocupa a maior parte da área total da bacia, ocorrendo principalmente ao longo das margens do córrego e nas proximidades das nascentes. Já a área urbana corresponde a diversos conjuntos habitacionais que estão total ou parcialmente inseridos na bacia do córrego, criados com uma frágil estrutura de planejamento que não atende à pressão demográfica da área. Desse modo, a expansão urbana tem produzido diversas mudanças na bacia, principalmente em virtude da retirada da vegetação para construções de residências, interferindo em sua dinâmica. Foram realizadas coletas de águas nos meses de janeiro de 2017 e de 2018 em 05 pontos escolhidos estrategicamente de acordo com o grau de interferência das atividades desenvolvidas na bacia, seguindo metodologias adequadas para cada tipo de análise e também foi aplicado o índice de impacto ambiental na área das nascentes. De modo geral, os resultados obtidos, associados a estudos anteriores, mostram que o comportamento de algumas variáveis estudadas podem ser reflexos das atividades antrópicas que ocorrem de forma desordenada na bacia do córrego Guanandy e indicam a deterioração da qualidade da água combinada com a precária infraestrutura urbana, que tende a levar o adensamento populacional cada vez mais em direção às nascentes, reduzindo ainda mais o atual espaço rural. Dessa forma, é premente a implantação de um plano de recuperação ambiental com medidas de preservação e regeneração das áreas das nascentes e da mata ciliar do córrego, a fim de restaurar as condições naturais do meio.

**Palavras-chave:** Bacia urbana. Influência antrópica. Qualidade da água.

## ABSTRACT

Besides being essential for every living organisms' life, quality water is indispensable in several human community activities. For that reason, it is important to characterize and control water quality. In urbanized regions it is an indispensable condition for the evolution and development of populations, either under the socioeconomic aspect or for the obtaining and keeping the quality of life. In rural areas, it is important to monitor the quality because of ecosystem protection and the quality of agricultural activities. The set of variables that discriminate the water quality usually has seasonal influence. However, in massive anthropic influence environment, effluent generation is a determining factor for the alteration of physical, chemical and biological characteristics of the hydrous body. This study aimed to characterize water quality and the physical environment of the Guanandy stream basin in Aquidauana – MS due to human pressure and influence caused by soil use and occupation, with the purpose of suggesting an environmental recovery plan and mitigating measures that can be used in the recovery of source areas. The studied basin is located in the southern region of the city, between latitudes  $20^{\circ} 29'11''$  and  $20^{\circ} 24'47''$  S and longitudes  $55^{\circ} 47'09''$  and  $55^{\circ} 43'02''$  W and it has an area of approximately 1,782.17 hectares, inserted in the rural and urban areas. Pasture area occupies most of part of the basin, occurring mainly along stream banks and around sources. The urban area corresponds to several housing complexes that are totally or partially inserted in the stream basin, built on fragile planning structure that does not attend to the area demographic pressure. Thus, urban expansion has produced several changes in the basin, mainly due to vegetation removal that was replaced by residential buildings, interfering in its dynamics. We collected water samples in January, 2017 and in January, 2018 at 05 strategically chosen spots along the basin, following appropriate methodology for each type of analysis. In general, the results we obtained, associated to previous studies, show that the behavior of some studied variables may reflect the anthropic activities that occur in a disorderly way in the Guanandy stream basin and they indicate the damage of water quality combined with the precarious urban infrastructure, which may bring population densification closer and closer towards the sources, also reducing the present rural space. Thus, it is urgent to implement an environmental recovery plan with means to preserve and regenerate the areas of water sources and stream riparian forest, in order to restore the natural conditions of the environment.

**Keywords:** Urban basin. Anthropogenic influence. Water quality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Áreas urbanas irregulares da cidade de Aquidauana – MS .....	28
Figura 2 –	Disposição inadequada de resíduos sólidos (Bairro São Francisco)	30
Figura 3 –	Áreas de expansão urbana da cidade de Aquidauana – MS .....	31
Figura 4 –	Exemplo de chave de decisão para restauração florestal .....	45
Figura 5 –	Mapa da localização de Aquidauana – MS .....	60
Figura 6 –	Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Guanandy ...	64
Figura 7 –	Malha urbana de Aquidauana em relação à rede hidrográfica .....	66
Figura 8 –	Mapa de vegetação da bacia do córrego Guanandy .....	69
Figura 9 –	Mapa geológico da região da bacia do córrego Guanandy .....	73
Figura 10 –	Mapa geomorfológico da região da bacia do córrego Guanandy .....	74
Figura 11 –	Mapa de classes de declividade da bacia do córrego Guanandy .....	75
Figura 12 –	Classes de solos da bacia do córrego Guanandy .....	77
Figura 13 –	Mapa de uso e cobertura vegetal do município de Aquidauana, MS	79
Figura 14 –	Mapa de uso e ocupação da bacia do córrego Guanandy .....	80
Figura 15 –	Dinâmica espacial entre pastagem plantada e pastagem natural em MS entre os anos de 1980 e 2006 .....	83
Figura 16 –	Distribuição do rebanho bovino no estado de Mato Grosso do Sul em 2013 .....	84
Figura 17 –	Pontos de coleta no córrego Guanandy .....	89
Figura 18 –	Ponto P1, localizado na área de nascentes do córrego Guanandy ...	96
Figura 19 –	Ponto P2, localizado na área de nascentes do córrego Guanandy ...	96
Figura 20 –	Vista aérea da Lagoa dos Bobos .....	97
Figura 21 –	Ponto P3, localizado na Lagoa dos Bobos .....	98
Figura 22 –	Ponto P4, localizado no bairro São Francisco (Jan/2017) .....	99
Figura 23 –	Ponto P4, localizado no bairro São Francisco (Jan/2018) .....	99

Figura 24 –	Ponto P5, localizado no bairro São Francisco .....	100
Figura 25 –	Variação da temperatura no Córrego Guanandy (Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018) .....	102
Figura 26 –	Variação da temperatura das águas do Córrego Guanandy (Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018) .....	103
Figura 27 –	Valores de pH do córrego Guanandy e a faixa permitida segundo o CONAMA 357/05 .....	104
Figura 28 –	Relação entre a CE e SDT no Córrego Guanandy .....	105
Figura 29 –	Valores de alcalinidade do córrego Guanandy em Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018 .....	106
Figura 30 –	Valores de dureza total do córrego Guanandy em Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018 .....	107
Figura 31 –	Valores de turbidez do córrego Guanandy e o VMP (CONAMA 357/05) nos períodos de Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018 .....	108
Figura 32 –	Relação entre a turbidez e a concentração de material em suspensão total no córrego Guanandy .....	109
Figura 33 –	Concentrações de oxigênio dissolvido no córrego Guanandy e o valor mínimo permitido pela legislação (Jan/2017 e Jan/2018) .....	111
Figura 34 –	Aumento da movimentação da água do córrego Guanandy nos pontos P4 e P5 em Janeiro de 2018 .....	112
Figura 35 –	Presença de macrófitas aquáticas na Lagoa dos Bobos .....	113
Figura 36 –	Concentrações de fósforo total no córrego Guanandy nos períodos de Jan/2017 e Jan/2018 .....	114
Figura 37 –	Formação de espuma nas águas do córrego Guanandy – Jan2017 .....	115
Figura 38 –	Variação nas concentrações de nitrato, nitrito e amônia, no córrego Guanandy – Janeiro/2017 e Janeiro/2018 .....	117
Figura 39 –	Coliformes totais (CT) nas águas do córrego Guanandy – Janeiro/2017 e Janeiro/2018 .....	119
Figura 40 –	Valores de coliformes termotolerantes (CTT) nas águas do córrego Guanandy em Janeiro/2017 e Janeiro/2018 e o valor máximo permitido (VMP), segundo a Resolução CONAMA 357/05 .....	121
Figura 41 –	Rede de esgotamento fornecida pela Empresa Sanesul na bacia do córrego Guanandy .....	122
Figura 42 –	Presença de animais na área de nascentes do córrego Guanandy ..	125

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ações empregadas em diferentes modelos de recuperação de áreas degradadas de acordo com o potencial auto recuperação e o potencial de dispersão do entorno da área de degradada .....	43
Tabela 2 – Classificação das águas doces quanto ao seu uso, segundo CONAMA nº 357/05 .....	50
Tabela 3 – Quantificação do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do córrego Guanandy em 2017 .....	80
Tabela 4 – Localização dos pontos de coleta no córrego Guanandy .....	89
Tabela 5 – Métodos e instrumentação analítica utilizada para a determinação dos parâmetros físicos e químicos .....	89
Tabela 6 – Parâmetros utilizados no Índice de Impacto Ambiental .....	93
Tabela 7 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos ..	94
Tabela 8 – Índice de impacto ambiental da nascente do córrego Guanandy .....	124

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista das principais espécies nativas existente no córrego Guanandy, Aquidauana/MS .....	70
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
	1.1 Apresentação e justificativa .....	12
	1.2 Objetivos .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
	2.1 A bacia hidrográfica como unidade de estudo .....	18
	2.2 Impactos da urbanização nos recursos hídricos .....	21
	2.3 Crescimento urbano e ocupação da bacia .....	23
	2.4 Processo de expansão urbana na bacia do córrego Guanandy .....	26
	2.5 Aspectos de conservação .....	31
	2.6 Qualidade das águas superficiais: considerações gerais .....	46
	2.7 Parâmetros de qualidade de água .....	50
<b>3</b>	<b>LOCALIZAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>59</b>
	3.1 Localização .....	59
	3.2 Caracterização da área .....	64
	3.3 Caracterização socioeconômica e estrutura fundiária .....	82
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>87</b>
	4.1 Coleta e análise da água .....	87
	4.2 Metodologias utilizadas para análise de água .....	89
	4.3 Aplicação do índice de impacto ambiental na área de nascentes .	93
	4.4 Dados de precipitação pluviométrica .....	94
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>95</b>
	5.1 Caracterização dos pontos de coleta .....	95
	5.2 Caracterização da qualidade da água do córrego Guanandy .....	100
	5.3 Impactos ambientais na área das nascentes .....	123
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação e justificativa

A água doce é um elemento essencial ao abastecimento do consumo humano, ao desenvolvimento das suas atividades industriais e agrícolas, além de ter importância vital aos ecossistemas (REBOUÇAS, 2006).

Segundo Corson (1996, p.157) cerca de  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra é coberta de água. No entanto, mais de 97% dessa água é salgada e menos de 3% é água doce. Dessa última, 77% estão congelados nos círculos polares; 22% compõem-se de águas subterrâneas e a pequena fração restante encontra-se nos lagos e rios. Os registros geológicos indicam que, há pelo menos um milhão de anos, a quantidade da água da Terra é praticamente constante. Isto não significa, todavia, que os volumes de água contidos nos seus diferentes reservatórios – geleiras, oceanos, rios, lagos e no subsolo – não possam ter variado durante este período. Por sua vez, enquanto a população atual do mundo duplicou na última década, a demanda total de água cresceu seis vezes, no uso doméstico e principalmente industrial e agrícola (REBOUÇAS, 2001, p.330).

Em nível global, não há propriamente uma escassez hídrica, mas uma má distribuição espacial e temporal, que somada à distribuição irregular da população humana na terra, faz com que algumas regiões sofram permanentemente com a falta desse recurso (FARIAS, 2006). O Brasil é privilegiado em relação à abundância de água, possui cerca de 20% do total de água doce do planeta, apresentando regiões com altos índices pluviométricos (GOMES; MELO; VALE, 2005 p.104), porém a distribuição dos recursos hídricos no Brasil é irregular: aproximadamente 68,50% está na região Norte, 15,70% no Centro-Oeste, 6,50% no Sul, 6% na região Sudeste e 3,30% na região Nordeste (PALUDO; BORBA, 2013, p. 61).

Para Rebouças (2006, p.28), os problemas de abastecimento no Brasil decorrem da combinação do crescimento exagerado das demandas e da degradação da qualidade das águas. Ainda segundo o autor, essas formas desordenadas de uso e ocupação do território acabam agravando os efeitos das secas ou enchentes. No meio urbano esse quadro é agravado principalmente pela ocupação em áreas de risco ambiental (encostas de morros, várzea de rios), pelo lançamento de esgotos não tratados nos corpos d'água usados para o abastecimento, além da coleta de lixo urbano inadequada ou ausente.

A industrialização e a urbanização, juntamente com a intensificação das atividades agrícolas, têm resultado no aumento da demanda da água, juntamente com a contribuição de contaminantes nos corpos d'água. Agrega-se a estes problemas, o fato da grande maioria da população brasileira estar concentrada em cidades, próximos de rios e mananciais, desencadeando um duplo impacto negativo para os recursos hídricos: a intensificação do uso e o aumento da poluição (FARIAS, 2006). Para Tucci (2006, p.400), o desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade das águas. Ainda segundo o autor, existem impactos gerados pela desorganização da infraestrutura urbana, como obstrução de escoamento, deposição e obstrução de rios e canais, além de projetos e obras de drenagem inadequados.

A caracterização e o controle da qualidade das águas superficiais é de grande importância em qualquer localidade. Além de essencial para a vida de todos os organismos vivos, a água com uma qualidade adequada é indispensável nas diversas áreas de atuação das comunidades humanas. Nas regiões urbanizadas é uma condição indispensável para a evolução e desenvolvimento das populações, seja sob o aspecto socioeconômico ou para a obtenção e manutenção da qualidade de vida. Nas zonas rurais, a importância do monitoramento da qualidade da água diz respeito principalmente à proteção dos ecossistemas e da qualidade das atividades agropecuárias. Em ambos os casos, o foco principal se reflete na qualidade de vida da população (GODOI, 2008).

Para Tucci (2008, p. 99), os principais problemas relacionados com a infraestrutura de água no ambiente urbano são principalmente a falta de tratamento de esgoto aumentando a carga de resíduos sólidos sobre os rios próximos das áreas urbanas. Por outro lado, quando as cidades possuem redes de esgotamento sanitário, não implementam a rede de drenagem urbana, sofrendo frequentes inundações com o aumento da impermeabilização. Outro problema é a ocupação do leito de inundação ribeirinha e a impermeabilização e canalização dos rios urbanos causando o aumento da vazão de cheia.

Um dos grandes desafios que as cidades encontram é como conciliar a vida urbana e a conservação ambiental. Segundo Franco (2001, p. 36) o Planejamento Ambiental pressupõe três princípios: da preservação, da recuperação e da conservação do meio ambiente. Já o Planejamento urbano de uma cidade (também é

conhecido como plano diretor) é a organização dos espaços urbanos de forma específica (VILLAÇA, 1999), buscando melhorias na qualidade de vida dos habitantes e na criação de uma área urbana, no desenvolvimento de sua estruturação e apropriação do espaço urbano (HOFFMAN; MIGUEL; PEDROSO, 2011). O planejamento urbano é uma atividade que remete sempre para o futuro. É uma forma de tentar prever a evolução de um fenômeno ou de um processo, e, a partir deste conhecimento, procurar se precaver contra problemas e dificuldades, ou ainda aproveitar melhor os possíveis benefícios (SOUZA; RODRIGUES, 2004, p. 15).

Praticamente todas as cidades com mais de 20 mil habitantes possuem um Plano Diretor, que serve de referência dentro da gestão urbana. Os municípios brasileiros estão utilizando-se cada vez mais de seus planos diretores para terem base no planejamento ambiental e no desenvolvimento adequado da qualidade de vida das pessoas, estabelecendo metas e objetivos claros, incentivando a participação popular na elaboração desse documento. A tomada de decisão no planejamento ambiental se refere à escolha e meios que serão usados para atingir os planos estabelecidos, observando a viabilidade da escolha, custos e interesses da população (HOFFMAN; MIGUEL; PEDROSO, 2011).

O Plano Diretor do município de Aquidauana (Lei Complementar nº 009/2008) é um ordenamento público jurídico que estabelece diretrizes, normas, parâmetros e critérios para a administração municipal ao longo dos anos, ou seja, ordenará o crescimento de Aquidauana nos próximos 20 anos, seja no aspecto urbano, rural e nos distritos. De acordo com a assessoria da Câmara dos Vereadores, o plano define ainda as diretrizes das políticas públicas e os temas prioritários para o desenvolvimento ordenado do município (inclusão social, acessibilidade, garantia ao transporte coletivo público, a descentralização da administração, a elevação da qualidade de vida com melhorias nos setores da saúde, educação, cultura, habitação, geração de empregos, entre outros). O projeto ainda trata da municipalização do sistema de água e esgoto, proibindo sua privatização ou concessão de uso, estabelece a ocupação e uso do solo, prevendo áreas destinadas para construção de instituições públicas (hospitais, escolas e edifícios administrativos). Além disso, cabe também ao Plano Diretor a preservação de áreas de interesse histórico e cultural, a preservação de áreas ambientais e a construção de uma nova entrada para Aquidauana por Porto Canuto, na BR 262. Segundo Darnizot (2016), o novo traçado poderá utilizar trechos junto ao atual limite urbano/rural de Aquidauana como rota de

complementação asfáltica da BR-419 (área do Morrinho, onde se encontram as nascentes do córrego Guanandy).

Apesar do Plano regulamentar ainda a abertura de loteamentos e conjuntos habitacionais e limitar as áreas para expansão urbana, “as Regiões Urbanas (RU), as Região Urbano/Rural (RUR) e as Regiões Urbano/Rural/Indígena (RURI), são espaços selecionados que têm como objetivo a formação de pólos de desenvolvimento urbano” (Art.33, § 1º, AQUIDAUANA, 2008). Assim, tanto a implementação na nova entrada quanto a expansão urbana provavelmente afetarão a dinâmica das nascentes do córrego Guanandy, localizadas nessa área.

Para Gabrielli e Almeida (2009), na cidade de Aquidauana o processo de urbanização provocou grandes mudanças nos ambientes naturais e parcela representativa da vegetação foi suprimida para dar lugar a construções e, o desmatamento das margens responde pela erosão e assoreamento do leito, que amplia a área afetada pelas enchentes.

Além dos impactos naturais, o Córrego Guanandy recebe influência direta da área urbana. De acordo com estudos de Lima, Silva e Altimare (2004) e Poletto, Carvalho e Matsumoto (2010), observou-se que mananciais próximos às áreas urbanas se tornam mais propícios à degradação ambiental causada pelo excesso de nutrientes e matéria orgânica carreado para os corpos hídricos, além da intensificação dos processos erosivos resultando, na maioria dos casos, em assoreamento, eutrofização e contaminação das águas, acabando por reduzir a disponibilidade e a qualidade do manancial.

A importância de estudos acerca da ação produzida pelo homem cresce à medida que as paisagens se tornam mais antropizadas. O entendimento dos fenômenos gerados pela ação antrópica torna-se imprescindível conforme a necessidade de ações visando à melhoria da qualidade ambiental (MATHIAS, 2011).

O estudo das nascentes em área urbana é complexo e instigante, já que a dinâmica hidrológica é vulnerável às ações humanas. “O ambiente urbano é a principal expressão espacial das pressões antrópicas sobre as águas, sendo que os sistemas econômicos vigentes, voltados à produção, geram uma necessidade crescente de recursos hídricos” (FELLIPE, 2009, p. 22).

Ainda segundo Felipe (2009), em se tratando de questões ambientais em meio urbano, não se pode negligenciar a influência da sociedade nos processos naturais. Sabendo-se que os elementos ambientais se afetam mutuamente, a ação do

homem reconfigura o espaço. Por isso, indagam-se quais são as pressões humanas sobre as nascentes e como elas afetam sua dinâmica. Além disso, é necessário saber quais são as condições de conservação, já que as nascentes do córrego encontram-se em propriedades rurais.

Apesar da preocupação com nascentes ser apresentada na legislação federal – mais especificamente na Lei 9.433/97 e na Resolução CONAMA nº 303/2002 – a própria gestão municipal não possui informações básicas sobre as nascentes do córrego. Para Felipe (2009), a exigência legal, por si só, já justificaria uma infinidade de estudos que visassem compreender e proteger as nascentes. Porém, o que se vê na realidade é o desrespeito à legislação ambiental brasileira, que se reflete na degradação das nascentes, principalmente no não cumprimento do raio mínimo de preservação.

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada: (...) II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte (BRASIL, 2002. art. 3º, II).

Assim, é necessário, além do conhecimento da área, realizar o levantamento de suas características ambientais e vulnerabilidades, para que exista a possibilidade de proteção dessa área. Também se espera contar com o auxílio e colaboração dos moradores da região para o sucesso do plano de recuperação a ser proposto.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Sugerir um plano de recuperação ambiental e medidas mitigadoras que possam ser utilizadas na recuperação das áreas degradadas da bacia do córrego Guanandy, enfocando tanto os atributos físico-ambientais como aqueles que se referem aos fatores antrópicos, contribuindo para recuperação, conservação, preservação e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida da população.

### **1.2.2 Específicos**

- Caracterizar a qualidade da água do córrego Guanandy objetivando a classificação e quantificação dos poluentes que vem sendo lançados;

- Realizar um levantamento ambiental da área de influência, que consiste na caracterização do meio físico (tipos de solo, relevo, clima e topografia do entorno das nascentes);
- Verificar a existência de correlação entre as características da água e o uso e ocupação do solo;
- Buscar uma melhor compreensão dos processos que condicionam a existência das nascentes, contribuindo, portanto, para a proteção dos recursos hídricos em qualidade e quantidade;
- Estabelecer uma proposta para medidas de proteção e recuperação ambiental das faixas de ocupação ao longo do canal do córrego Guanandy.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 A bacia hidrográfica como unidade de estudo**

A adoção da bacia hidrográfica como unidade espacial de estudo se configura como uma opção interessante, inclusive sendo considerada pela própria legislação ambiental, como unidade a ser adotada para estudos que visem a elaboração de relatórios de impactos ambientais (SANTOS, 2005, p. 11). Ainda segundo o autor, no que concerne à análise e estudo das bacias hidrográficas a Geografia sempre se preocupou com o estudo das relações 'homem X meio', assim o estudo ambiental com uma abordagem geográfica, tem como referência uma sociedade que vive sobre um território. Neste sentido, o desenvolvimento das pesquisas ambientais de âmbito geográfico, e tendo como unidade de estudo a bacia hidrográfica, constitui-se como uma importante fonte referencial aos estudos ambientais, pois, são nestes espaços que se desenrolam importantes relações entre a sociedade e a natureza (SANTOS, 2005, p.16).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento tem sido adotada em inúmeros estudos recentes em todo o país e os resultados obtidos têm reforçado a ideia de que esta é a abordagem mais adequada para diferentes tipos de estudo, planejamento e aplicações práticas (ROCHA; PIRES; SANTOS, 2000, p.2). Os autores afirmam ainda que o uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento nas investigações e no gerenciamento dos recursos hídricos originou-se da percepção de que os ecossistemas aquáticos são essencialmente abertos, trocam energia e matéria entre si, com os ecossistemas terrestres adjacentes, sofrem alterações de diferentes tipos em virtude dos usos do solo e das atividades antropogênicas nele desenvolvidas.

Segundo Silva Neto (2005, p.32), toda bacia hidrográfica entendida como unidade fundamental da paisagem e vista sob a ótica da teoria dos sistemas, seja ela ocupada somente com atividades rurais ou urbanas, ou rurais e urbanas (como é o caso da bacia do córrego Guanandy), implica em discussões cada vez mais acentuadas, pois a sustentabilidade dos sistemas pressupõe a necessidade de um convívio harmonioso entre meio ambiente natural e o homem.

De acordo com Carvalho (2014, p.27), os componentes ambientais como as rochas, o relevo, os solos, a água, a vegetação e o clima, não podem mais ser compreendidos isoladamente, assim, é fundamental o reconhecimento de suas

relações como meio para entender a dinâmica ambiental e propor mecanismos de planejamento e gestão adequados. Assim, bacias hidrográficas podem ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram (CARMO; SILVA, 2010).

Para Carvalho (2012, p.29), as diversas formas de uso, ocupação e manejo da terra podem comprometer os recursos naturais, principalmente quando não se conhece suas fragilidades. Assim, ainda segundo a autora, diversos estudos propõem a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo, considerando a diversidade de elementos que podem ser analisados e integrados, bem como a crescente preocupação com a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

O gerenciamento dos recursos naturais destinados ao consumo de água, em quantidade e qualidade, salvaguardando os valores do solo, da vegetação e da água na paisagem, ainda requer por parte da sociedade um maior entendimento sobre os recursos naturais, sobretudo os hídricos, uma vez que a água é vital à sobrevivência das espécies e não tem substituo. Desta forma, o estudo das características fisiográficas da bacia hidrográfica, bem como o seu uso e ocupação, no geral, tornam-se importantes fatores para avaliação da degradação ambiental que a mesma possa estar sofrendo (GRADELLA et al., 2006, p.98).

Para Rocha, Pires e Santos (2000), uma bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e sócio econômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente. Segundo Botelho (1999), os limites da bacia hidrográfica correspondem à área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de águas, porém, recebem intensa interação e troca de energia e matéria com outros sistemas.

Para Christofolletti (1980, p.102),

a bacia de drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da

precipitação total, de seu regime climático, e das perdas devidas a evapotranspiração e à infiltração.

Santos (2014, p.24), define como bacias hidrográficas as localidades da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva. Devido a isso, todo o volume de água captado é automaticamente escoado por meio de uma rede de drenagem, das áreas mais altas para as mais baixas, seguindo uma hierarquia fluvial, até concentrarem-se em um único ponto, formando um rio principal. Assim, o conceito de bacia hidrográfica pode ser entendido por meio de dois aspectos: rede hidrográfica e relevo.

Rede hidrográfica significa um conjunto de rios dispostos em hierarquias encontrados nas bacias hidrográficas. Os rios de primeira ordem correspondem às nascentes, onde o volume de água ainda é baixo. Os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, a junção de dois de segunda, assim sucessivamente, formando uma hierarquia. A conclusão dessa análise é de que, quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes, e maior será também sua extensão. Em microbacias, os rios principais serão no máximo de 3ª ordem, enquanto que em grandes bacias hidrográficas, por exemplo, pode-se chegar até a 10ª ordem. Além disso, o escoamento das águas dentro de uma bacia segue outro caminho, bem mais lento, através da infiltração no solo, em direção ao leito fluvial (SANTOS, 2014, p.24).

Robert E. Horton, em 1945, foi quem propôs, de modo mais preciso, os critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água. Para o autor, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem e assim, sucessivamente (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.106).

O córrego Guanandy não possui cabeceira organizada quanto à hierarquia de canais, pois não apresenta quantidade representativa visível de canais de 1ª, 2ª ou 3ª ordens, o que não é comum em bacias hidrográficas, mas pode ser relevante tratando-se de uma microbacia hidrográfica bastante simples em aspectos hidrológicos. Outro fato a ser considerado é que na bacia hidrográfica do córrego Guanandy, a sua principal nascente é uma mina subterrânea com vertedouro em arenito da formação Aquidauana, sendo esta o seu principal fornecedor de água, já que se deve considerar

a infiltração de águas nas áreas de pastagens que se apresentam próximas às áreas de cabeceira e diversos outros canais, hoje subterrâneos mascarados pela expansão urbana e pelo processo de urbanização, quando aquela faixa da bacia foi organizada em quadras para futura expansão urbana, hoje mantida oficialmente como área rural (SILVA NETO, 2005, p.06).

Ainda segundo Silva Neto (2005, p.06), a ligação da nascente alimentadora com a Lagoa dos Bobos, que é parte do canal, se caracteriza por um canal efêmero que apresenta vestígios de ambiente fluvial, como marca de água na vegetação e um pequeno fundo de vale, sugerindo a existência de um lençol subterrâneo responsável por grande parte da sustentação hídrica do córrego.

Em alguns trechos do alto curso, o córrego não apresenta um canal bem definido como no médio e baixo curso. No baixo curso existem pequenas bacias de inundação no ambiente fluvial, que além de receptor de águas da chuva, funciona ainda como um controlador de vazão, evitando assim a inundação e transbordamento. (SILVA NETO, 2005, p.07).

## **2.2 Impactos da urbanização nos recursos hídricos**

O processo de urbanização mundial tem se intensificado e atingiu, no final do século XX e início do XXI, índices bastante elevados, resultando hoje, numa população majoritariamente urbana no planeta, o que resultou na produção de ambientes urbanos extremamente precários e revestidos de graves problemas socioambientais encontrados nas periferias das metrópoles. (LOPES; MENDONÇA, 2010). Os autores ressaltam ainda que o modo e a forma como o processo de expansão urbana foi desencadeado no Brasil ao longo das últimas décadas resultou no agravamento das condições socioambientais de suas metrópoles. Entre os impactos negativos causados por esse processo destaca-se, como um dos mais graves, o problema da qualidade da água.

Em 1950, a população rural brasileira era muito maior que a urbana, porém o Brasil chegou ao final do século XX como um país urbano. De acordo com o IBGE, no Censo de 2000, a população era de quase 170 milhões de habitantes, sendo que, desse total, 81,25% encontravam-se concentrada em áreas urbanas (IBGE, 2006). Em 2010, esse número aumentou para mais de 190 milhões. Observa-se que este rápido crescimento da população nos centros urbanos brasileiros não foi acompanhado pelo crescimento e melhoria das infraestruturas urbanas, provocando

assentamentos urbanos inadequados e a expansão das cidades para áreas de risco, causando vários impactos no meio ambiente e prejudicando por fim a qualidade de vida e manutenção dos ecossistemas existentes (ROCHA, 2013, p. 21).

No Brasil, o predomínio político e administrativo da cidade sobre o campo começou a partir da década de 1930, com o início do processo de industrialização do país. Em meados da década de 1960, o Brasil havia completado seu processo de transição urbana e na década seguinte 56,80% da população brasileira encontrava-se vivendo em áreas urbanas. Essa rápida transferência de população para as cidades proporcionou um crescimento físico e demográfico das principais capitais do país, atingindo rapidamente os territórios dos municípios vizinhos. Entretanto, tal processo não ocorreu de modo controlado e de forma equilibrada, ao contrário, resultou na formação de ambientes urbanos extremamente complexos e conflituosos sob a perspectiva socioambiental. Na década de 90, a população urbana do país representava 68,86% do total e cerca de 30% desse montante se concentrava nas regiões metropolitanas, caracterizando um forte processo de metropolização (SANTOS, 1993).

Esse período, também, foi marcado por uma forte recessão econômica, o que levou ao agravamento dos problemas políticos, econômicos e sociais do país. Neste contexto, parte da população foi empurrada para as periferias das metrópoles, onde acabaram por constituir bolsões de extrema pobreza, destituídos de infraestrutura e serviços, como água potável, saneamento básico, energia elétrica, transporte público e serviços de saúde (MARCONDES, 1999; FERNANDES; ALFONSIN, 2003). Essas pessoas passaram então a ocupar áreas de risco, impróprias e/ou insalubres (encosta de morros, terrenos alagadiços, beiras de rios, mananciais, áreas de proteção ambiental etc.), formando loteamentos precários de baixa renda, irregulares e/ou clandestinos, geralmente sobre áreas de extrema fragilidade ambiental que deveriam ser protegidas e conservadas pelo Estado (MARTINS, 2006).

Lopes e Mendonça (2010, p.06) salientam que

Ao se atentar para interação entre o ser humano e o meio ambiente, com especial atenção à questão dos recursos hídricos, verifica-se uma completa inadequação, que, mais cedo ou mais tarde, acaba conduzindo a uma situação de insustentabilidade. Sobretudo devido à velocidade e a forma como o ambiente natural vem sendo alterado pela ação antrópica, o que tem proporcionado, ao longo do tempo, a degradação exacerbada dos recursos hídricos nas cidades.

O processo de ocupação do território de Mato Grosso do Sul sempre acompanhou os ciclos econômicos do País, com a expansão das atividades econômicas como a mineração e as fazendas de gado. A ocupação das fronteiras agrícolas em áreas de matas e, recentemente, em áreas de cerrado provocou atração de contingentes populacionais advindos de outras regiões, que se acentuou a partir da década de 1940, com o crescimento da ocupação das terras voltadas principalmente, para a criação extensiva de gado, atividade que predominou até a década de 1960 (MATO GROSSO DO SUL, 2015, p.50).

### **2.3 Crescimento urbano e ocupação da bacia**

Nas áreas urbanas as pessoas ocupam o território, concentrando-se na busca de alternativas de uma melhor qualidade de vida e desenvolvendo uma série de atividades sociais e econômicas importantes para o desenvolvimento da sociedade (SANTOS, 2005, p. 31).

Segundo Gabrielli e Almeida (2009), desde o início das civilizações, as cidades surgem às margens de rios, por conta da utilização desse recurso como fonte de alimentação e de navegação. Essa maneira de urbanização acarreta grandes mudanças nos ambientes naturais, pois a vegetação é retirada para dar espaço para a construção de ambientes artificiais. Os autores ressaltam importância da mata ciliar, que funciona como corredor de biodiversidade, evita erosão e assoreamento do canal e impede que maiores danos sejam causados.

Em detrimento da grande extensão do município, a cidade de Aquidauana, ocupa uma área de aproximadamente 20 km<sup>2</sup>, onde está concentrada grande parcela da população e habitações do município (BARROS; GOMES; MARCATO JUNIOR, 2015, p. 61). O município possui problemas relativos à ocupação não apropriada do solo como qualquer outra cidade brasileira. A cidade possui áreas de risco que foram ocupadas pela urbanização não planejada, desse modo o ambiente fica prejudicado pela falta de planejamento urbano e pelo desrespeito à legislação ambiental vigente como, por exemplo, o parcelamento do solo em áreas passíveis a inundações periódicas, poucas áreas verdes no perímetro urbano, a disposição inadequada dos resíduos sólidos e líquidos, entre outros (JOIA e SILVA, 2003).

Na época da fundação da cidade de Aquidauana, o principal meio de transporte era o fluvial, através do rio Aquidauana (JOIA, 2005), que era a principal via de acesso local nesse período. O início do desenvolvimento urbano deu-se em

1914, quando foi inaugurada a Ferrovia Noroeste do Brasil, que facilitou muito o escoamento da produção do município e a chegada de mercadorias de outras regiões, contribuindo também para a expansão da malha urbana, pois diversas residências foram construídas nas proximidades da ferrovia (ARTIGAS; LOUBET; ANUNCIAÇÃO, 2012, p.57).

De acordo com Dias (2008, p.30), o município de Aquidauana teve uma melhora em sua infraestrutura na década de 1950, com a abertura de ruas e pavimentação de algumas vias com lajotas de concreto, iluminação, energia, telefonia e rede de água e esgoto.

De acordo com Joia (2005), a expansão urbana de Aquidauana pode ser dividida em 5 fases: a 1ª fase, na década de 1960, onde o centro da cidade estava definido próximo às margens do rio Aquidauana. A partir dessa década, o crescimento ocorreu de modo constante e lento devido à ausência de indústria de médio e grande porte, baixa densidade demográfica regional e atividade econômica baseada na pecuária e pequenos comércios, não muito atrativos para negócios. A 2ª fase caracterizou-se pela expansão do perímetro urbano na década de 1970, dando origem ao bairro da Serraria, Bairro Alto e parte da Vila Trindade e Vila Quarenta. Já a 3ª fase, na década de 1980, caracterizou-se pela ocupação do bairro Nova Aquidauana, Vila Trindade, Vila Cidade Nova, Vila Santa Terezinha, Vila Bancária, Vila Cristóvão e Vila São Pedro. A 4ª fase ocorreu na década de 1990, com a ocupação da parte norte da cidade, se estendendo até o bairro da Exposição, Nova Aquidauana (nas saídas das estradas rumo ao Pantanal) e parte da Vila Icaraí. Já a 5ª fase, na década de 2000, destaca-se pela ocupação do Jardim São Francisco, Bairro Jockey Clube, Exposição e Nova Aquidauana.

Assim, parte da área de expansão urbana também está localizada na bacia do córrego Guanandy. De acordo com Silva e Joia (2001, p. 21), a urbanização avança no sentido norte, até a região do povoado São José do Morrinho, que hoje é considerado como zona de expansão urbana.

Entre os anos de 2000 e 2010, a mancha urbana passou por processo de adensamento das áreas já ocupadas da cidade, de forma pulverizada. A partir do ano de 2010, além do adensamento pulverizado, há a ocorrência de um processo de ocupação significativa em áreas próximas aos seus extremos, com construções de novas habitações nas áreas ainda disponíveis. (BARROS; GOMES; MARCATO JUNIOR, 2015, p.64). Ainda segundo os autores, tanto a população quanto os

domicílios urbanos de Aquidauana, vêm crescendo a uma taxa relativamente constante ao longo das últimas décadas, mas com significativa concentração de novos imóveis em algumas áreas da cidade, no período entre 2010 e 2014.

Isolando-se a área urbana do município e calculando o crescimento populacional da mesma, com base nos números disponibilizados pelo IBGE a partir de 2007, obteve-se uma taxa de crescimento populacional na cidade de Aquidauana de aproximadamente 2,0%. Esse valor não necessariamente se deve ao fator natalidade, sendo impulsionado por diversos outros, como exemplo, o deslocamento de parte da população do campo para a cidade. O estudo realizado pelos autores revelou que a cidade ainda possui diversos locais passíveis de serem utilizados na construção de habitações, estando inclusive em áreas que já contam com infraestrutura urbana em seu entorno já com algum nível de ocupação. Esse fator talvez seja um dos principais responsáveis por uma possível ampliação do perímetro urbano, tendo em vista que as ocupações apontadas, como sendo de maior concentração, se encontram em sua maioria, próximas aos limites da cidade. Se mantida essa tendência de ocupação das áreas próximas aos limites do perímetro urbano, haverá uma maior necessidade de implantação de infraestrutura nessas regiões, bem como a execução de diversos estudos, visando avaliar impactos tanto de ordem econômica quanto social, e principalmente ambiental, tendo em vista que há uma preocupante proximidade da área urbana de Aquidauana com acessos e ligações que convergem para a planície pantaneira, colocando Aquidauana na posição de contribuinte do Pantanal (BARROS; GOMES; MARCATO JUNIOR, 2015, p.67).

Segundo Dias (2008, p.37), o processo de expansão urbana ocasionou diversas mudanças na bacia do córrego Guanandy, principalmente em virtude da retirada da vegetação para construções de residências sem saneamento nem infraestrutura adequados, impermeabilização do solo e lançamento de esgoto e dejetos lançados diretamente no canal do córrego, interferindo em sua dinâmica.

A ocupação desordenada e a precária infraestrutura urbana não atendem à pressão demográfica da área. Estes dois fatores promovem a causa mais direta da degradação de microbacias: a ausência de um programa de saneamento ambiental eficiente. Tal discussão pode ser comprovada pelo fato de ocorrer lançamento de efluentes e resíduos sólidos domésticos diretamente no curso d'água. A antropização

da bacia, através do uso de solo, pavimentação, desmatamento, também pode causar a alteração das condições ambientais dos cursos d'água (SILVA NETO, 2005, p.20).

Segundo Felipe (2009), em se tratando de questões ambientais em meio urbano, não se pode negligenciar a influência da sociedade nos processos naturais, já que os elementos ambientais se afetam mutuamente e a ação do homem reconfigura o espaço. Por isso, é necessário saber quais são as pressões humanas sobre as nascentes e como elas afetam sua dinâmica e quais são suas condições de conservação, já que as nascentes do córrego Guanandy encontram-se inseridas em propriedades rurais. Assim, a realização de estudos para conservação das nascentes é primordial, pois são elas que alimentam os rios e lagos, aumentando o volume de água transportada por estes, sendo essenciais para a manutenção da vida (ROBERTI; GOMES; BITTENCOURT, 2008, p.14).

#### **2.4 Processo de expansão urbana da bacia do córrego Guanandy**

O início do núcleo urbano da cidade de Aquidauana em 1892 ocorreu às margens do rio Aquidauana, e com o passar dos anos o aumento populacional, forçou a expansão da cidade, redefinindo os usos e ocupação do espaço (SANTOS; JORGE; ANUNCIAÇÃO, 2011, p.02). Dessa forma os bairros foram sendo criados com uma estrutura de planejamento frágil. A função era basicamente assentar a população e a malha urbana foi ampliando cotidianamente. Assim, forçosamente a cidade se expandiu, e continua este processo, para o norte, leste e oeste caracterizado como a área periférica (SANTOS; JORGE; ANUNCIAÇÃO, 2011, p.08).

De acordo com Silva Neto (2005), o fenômeno de ocupação humana na microbacia do córrego Guanandy pode ser classificado como espontâneo, por não haver uma implementação urbana planejada. O surgimento de conjuntos habitacionais aumenta a população e ampliam a área ocupada, causando mudanças diretas no meio ambiente, no que diz respeito às alterações dos fluxos de matéria e energia.

- Jardim São Francisco I, II e III – Os jardins São Francisco I, II e III estão localizados na periferia da cidade, em áreas de proteção permanente do córrego Guanandy. Seus lotes foram financiados diretamente pelos proprietários através de imobiliária, ou seja, as famílias foram atraídas pelo baixo valor de mercado e facilidades no pagamento das prestações. Segundo a autora, a primeira ocupação ocorreu entre 1995 e 1999 e o local apresentava vegetação cerrada e sem arruamentos, e o desmatamento deu-

se após a aquisição dos lotes pelos proprietários. A vila São Francisco I teve sua aprovação em 14 de julho de 1982 e a vila São Francisco II foi aprovada em 18 de dezembro de 1992 (DIAS, 2008, p. 32).

De acordo com Dias (2008, p.32), o Jardim São Francisco III também está localizado na margem esquerda do córrego Guanandy. A área foi invadida no final de 1999 por um grupo organizado como movimento dos sem-teto, com cerca de 50 pessoas sem renda fixa, que ocuparam a área com objetivo de pressionar o governo do Estado. Houve intervenção da polícia para retirar o grupo, mas o movimento acabou sendo fortalecido por cerca de 80 trabalhadores do frigorífico de Anastácio que perderam seus empregos. Segundo Dias (2008, p.34), as primeiras ruas foram abertas pelos próprios moradores, alojados em barracas de lona, e após 2 anos os moradores puderam contar com água tratada da empresa Sanesul e com um agrimensor para delimitar e mapear a área.

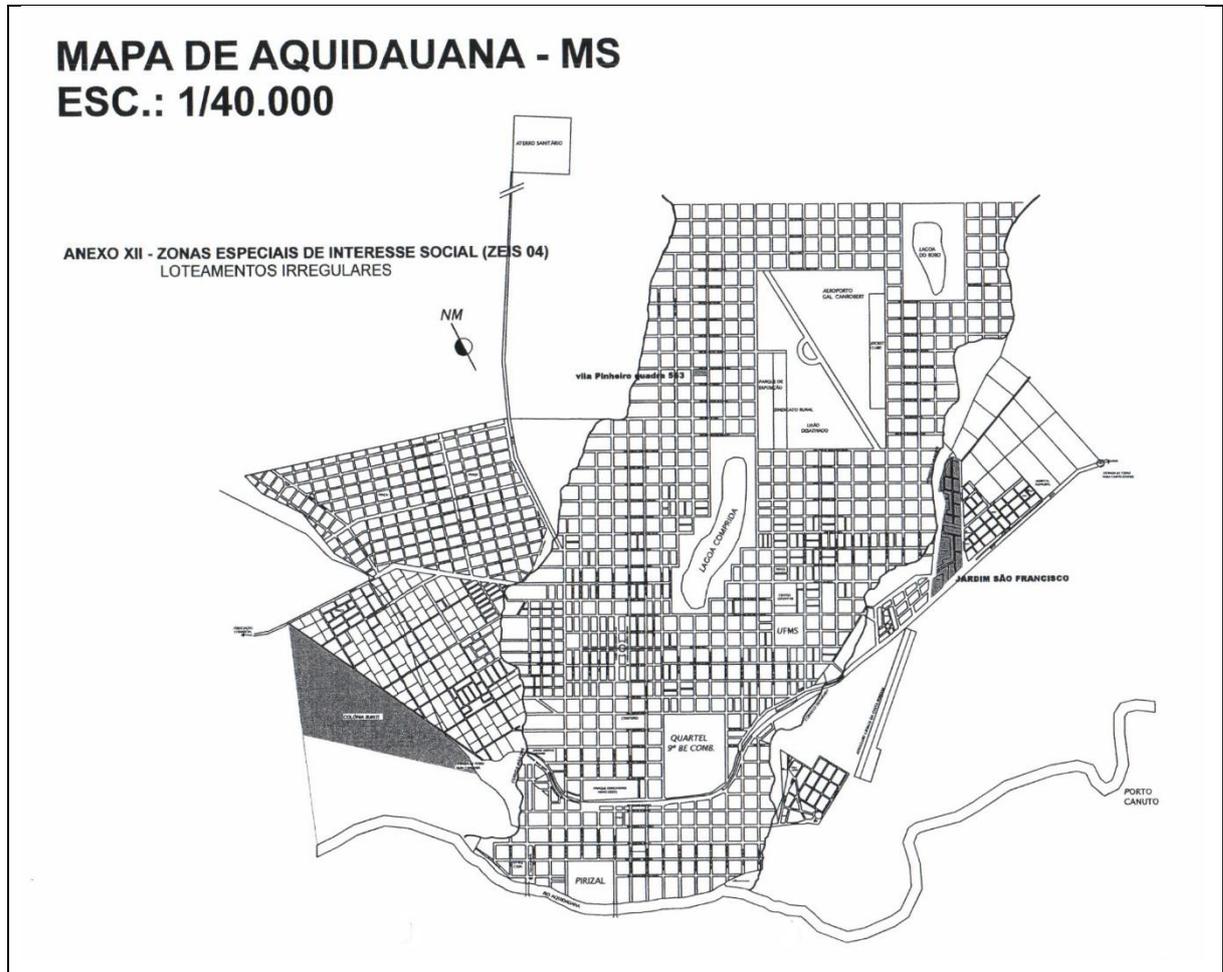
Segundo o Plano Diretor da cidade de Aquidauana, o bairro São Francisco é definido como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), que são “áreas selecionadas para a acomodação, adequação e readequação da população de baixa renda, de maneira a possibilitar melhor qualidade de vida aos cidadãos” (AQUIDAUANA, 2008). As ZEIS são divididas em 4 grupos e a área do bairro está incluída nas ZEIS 4 (Figura 1), que são definidas como áreas urbanas com disfunções urbanísticas a serem regularizadas, de acordo com as diretrizes urbanísticas propostas pelo Departamento de Planejamento Urbano e Rural de Aquidauana (DEPURA), vinculado à Secretaria Municipal de Planejamento de Aquidauana (SEPLANA).

Em 2009, o Governo do Estado autorizou a doação da área pertencente ao extinto Previsul para a Prefeitura de Aquidauana, com a intenção de promover o loteamento e a regularização de 390 famílias do Bairro São Francisco, porém, segundo o atual prefeito, em entrevista ao jornal local O Pantaneiro (2017), até junho deste ano nenhuma das casas possuía registro junto à Prefeitura Municipal. A situação irregular impede a realização de transações financeiras relacionadas a esses imóveis, além de interferir diretamente na arrecadação do IPTU para a cidade.

- Vila Quarenta – Segundo Portes (2004), a Vila Quarenta surgiu por volta de 1972, quando a área foi ocupada em consequência da construção da Vila Princesa do Sul (Cohab), em 1969. Por serem muito próximas e pequenas, a Vila Quarenta e a Cohab formam hoje uma vila só. Ainda segundo o autor, a vila foi construída em terreno

irregular e local inadequado, próxima à margem do córrego Guanandy. Em decorrência disso, no período das chuvas, a água chega a invadir algumas residências.

Figura 1 - Áreas urbanas irregulares da cidade de Aquidauana – MS



Fonte: Plano Diretor (Prefeitura Municipal de Aquidauana, 2008)

- Vila Santa Terezinha – Segundo Dias (2008, p. 34), a vila Santa Terezinha surgiu na década de 80 e é o bairro da cidade que possui o maior número de conjuntos habitacionais e parte dela se encontra na bacia do córrego Guanandy.
- Bairro da Serraria – O Bairro da Serraria localiza-se dentro da bacia do córrego Guanandy, na parte leste da cidade de Aquidauana e “surgiu na década de 1970 e recebeu esse nome devido à existência de uma serraria próxima à ferrovia” (DIAS, 2008, p.35).

- Bairro Guanandy – Segundo Joia (2005), o bairro Guanandy surgiu na década de 1930 e a origem do seu nome ocorreu por causa de uma antiga fazenda localizada próxima ao bairro. Parte do bairro que está localizado na margem direita do córrego não possui infraestrutura e saneamento adequados, apresentando acúmulo de lixo e lançamento de esgoto diretamente no canal, principalmente no local denominado como Ilha dos Pescadores (DIAS, 2008, p.35).
- Vila Icaraí – A vila Icaraí se encontra na margem esquerda do córrego Guanandy e foi área integrante da Fazenda Guanandy (DIAS, 2008, p.36).
- Bairro Jockey Clube – O bairro Jockey Clube faz limite com o córrego Guanandy e o Parque da Exposição e segundo Joia (2005) surgiu na década de 2000 como uma área estimulada para ocupação, e como ainda se encontra em processo de formação, possui poucas residências e ruas abertas.
- Colônia XV de Agosto – Segundo Medeiros (2004) esta colônia é constituída por pequenas chácaras em uma área cedida pelo Estado ao município de Aquidauana na década de 1970, e parte da sua área está localizada no alto curso do córrego Guanandy.

Segundo Silva Neto (2005, p.27), a microbacia do córrego Guanandy teve sua ocupação no sentido do baixo curso e veio prosseguindo até o alto curso. Com a crescente ocupação em seu médio curso, a bacia de drenagem foi alterada em sua eficiência e dinâmica. Pode-se averiguar que parte da população que habita a microbacia encontra-se em condições pouco favoráveis, pois há deficiência quanto à rede de esgoto, galeria de águas pluviais, condições de saúde e moradia precárias (Figura 2). Assim, é possível relacionar os fatores econômicos da sociedade com a degradação ambiental, pois a proteção ambiental não pode ser isolada do contexto socioeconômico dos residentes da microbacia.

Figura 2 – Disposição inadequada de resíduos sólidos (Bairro São Francisco)



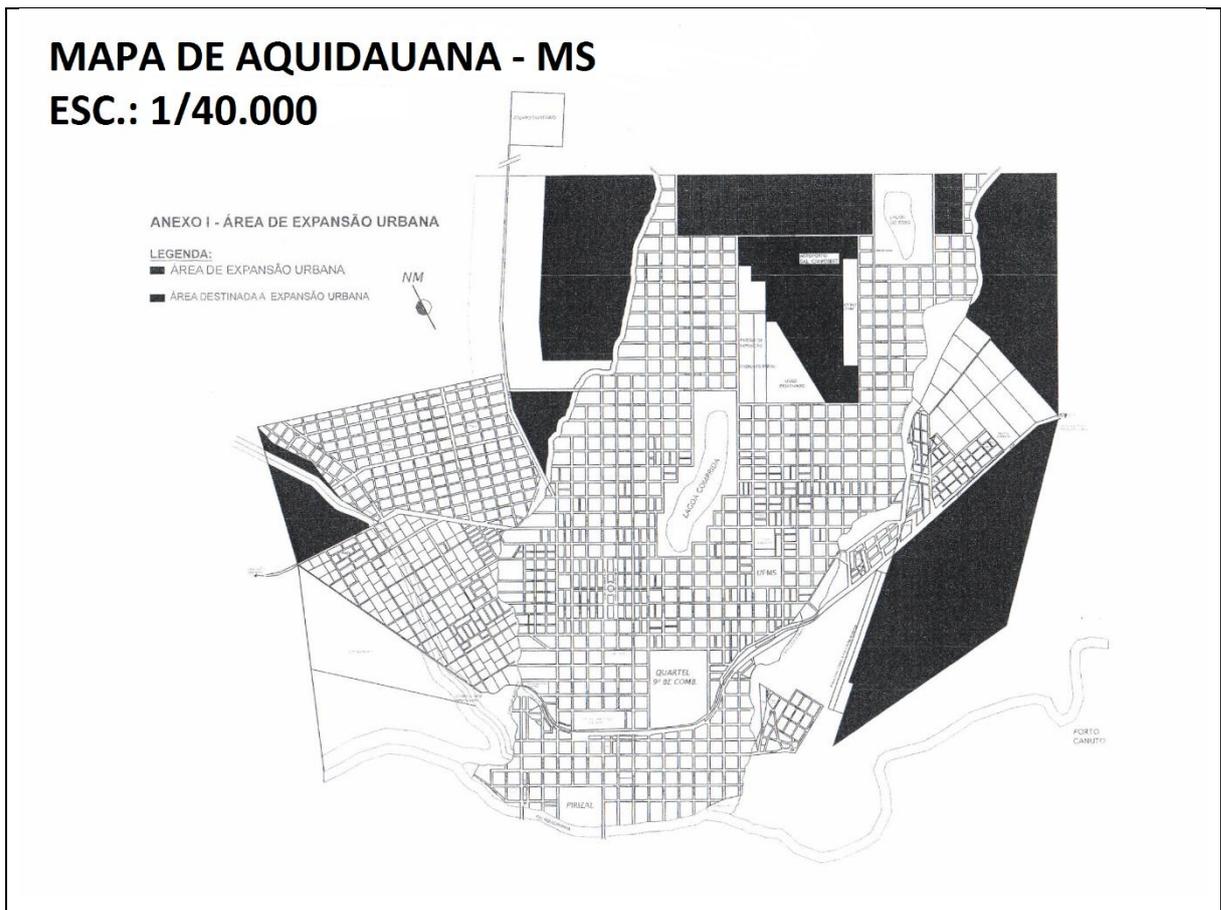
Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

De acordo com Darnizot (2016), até 1970 o limite norte do espaço urbano da cidade de Aquidauana coincidia com o da colônia XV de Agosto ou até a Rua 40 Norte. Porém, em 1984 o perímetro urbano de Aquidauana foi reduzido em direção Sul, referenciado na Rua Ofrazílio Nunes Lopes, definindo assim que a região do Morrinho voltasse a ser rural, mas as quadras permaneceram com seu traço original, pertencendo à municipalidade.

A Lei nº 1.312/92 redefine os limites da zona urbana do município de Aquidauana, ficando determinados os limites urbanos compreendidos pela confluência do rio Aquidauana com o córrego Guanandy, deste ponto até o encontro da rua Manoel Antônio Paes de Barros, seguindo pelo acesso ao Aeroclube Ciríaco da Costa Rondon até a estrada de ferro Noroeste do Brasil, daí acompanhando seu traçado até o marco da divisa entre as chácaras 258 e 257 da vila Guanandy e seguindo esta divisa até o córrego Guanandy. Segue-se até a rua Ofrazílio Nunes Lopes e daí até o córrego João Dias até o ponto de encontro com a rua Nilza Ferraz Ribeiro, daí em linha reta até a BR 419, passando por Nova Aquidauana e Vila Trindade até os trilhos da RFFSA, acompanhando o rio Aquidauana até o ponto de partida (AQUIDAUANA, 1992). Em seu artigo 2º determina ainda que a área compreendida entre os córregos João Dias, Córrego Guanandy e Fazenda Guanandy ficam incorporadas à zona rural, porém, de acordo com a Lei, as ruas foram desafetadas, o que significou que os proprietários teriam que comprá-las, para poderem incluir este novo espaço em suas escrituras (DARNIZOT, 2016). Ainda segundo a autora, na criação do Plano Diretor de Aquidauana, a opção da expansão

urbana na direção leste parece não haver sido levada em consideração, assim, foi previsto que o limite urbano poderia avançar quatro quadras em direção norte, além da Rua Ofrazílio Nunes Lopes, atingindo a Rua 30 Norte, o que significava dizer que, se implementado, poderia levar o adensamento populacional cada vez mais em direção às nascentes e reduzir ainda mais o atual espaço rural (Figura 3).

Figura 3 – Áreas de expansão urbana da cidade de Aquidauana – MS



Fonte: Plano Diretor (Prefeitura Municipal de Aquidauana, 2008)

## 2.5 Aspectos de conservação

### 2.5.1 Áreas de Preservação

Áreas de preservação permanente (APP), assim como as Unidades de Conservação, visam atender ao direito fundamental de todo brasileiro a um "meio ambiente ecologicamente equilibrado", conforme assegurado no art. 225 da Constituição Brasileira.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

As APPs são áreas com características ambientais específicas diretamente relacionadas com os recursos hídricos (águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para algum tipo de uso) ou por estarem relacionadas ao relevo e/ou com inclinações específicas. Deste modo, as APPs, principalmente as matas ciliares, possuem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo (IMASUL, 2016b).

Para Schäffer et al. (2011, p.09), as APPs não têm apenas a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade, mas uma função ambiental muito mais abrangente, voltada a proteger espaços de relevante importância para a conservação da qualidade ambiental, como a estabilidade geológica, a proteção do solo e assim assegurar o bem estar das populações humanas.

As APPs são áreas naturais intocáveis, com rígidos limites de exploração, ou seja, não é permitida a exploração econômica direta e se destinam a proteger solos e, principalmente, as matas ciliares, enquanto as Unidades de Conservação (UC) estabelecem o uso sustentável ou indireto de áreas preservadas,

Segundo o Art. 3º do atual Código Florestal, Lei nº 12.651/12, entende-se por:

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).

Segundo Ayach, Bacani e Silva (2014, p.140), no estado de Mato Grosso do Sul existem diferentes modalidades de Unidades de Conservação, sendo inclusive o estado pioneiro na criação de RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural impulsionado pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação. De acordo com o IMASUL (2016c), as Unidades de Conservação existentes na Bacia Hidrográfica do rio Miranda são relativamente numerosas, ainda que insuficientes.

Aquidauana abriga em seu território parte dos biomas Cerrado e Pantanal, ecossistemas considerados de grande importância para a biodiversidade do Brasil. Assim, ressalta-se a importância da implantação de áreas protegidas como um dos mecanismos de preservação e conservação dos recursos ambientais, uma vez que o

objetivo fundamental destas áreas é compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, buscando sustentabilidade ambiental (AYACH; BACANI; SILVA, 2014, p.140).

Ainda segundo Ayach, Bacani e Silva (2014, p.145), na área rural do município de Aquidauana existem a APA - Estrada Parque de Piraputanga, localizada a 12 km da sede do município; o Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro, maior Unidade de Conservação do Município, bem como as RPPNs denominadas: Fazendinha; Santa Sophia (Pata da Onça); Fazenda Rio Negro e pequena parcela da RPPN Dna. Aracy (Caiman) que possui a maior parte da área no município vizinho de Miranda. Constam ainda nos cadastros unidades propostas que se encontram irregulares por falta de documentação perante o órgão ambiental estadual a RPPN Barranco Alto e o Monumento Natural dos distritos de Camisão e Piraputanga.

De acordo com Santos e Sakamoto (2014), há dentro do ambiente urbano de Aquidauana, três Unidades de Conservação na modalidade de Proteção Integral: o Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida, o Parque Natural Municipal do João Dias e o Parque Natural Municipal do Pirizal, esses últimos confrontantes com a APP do rio Aquidauana (FERNANDES, 2015).

O Parque Natural do Pirizal fica no centro da cidade e foi criado através do decreto nº 085/2001 e declarado de Utilidade Pública pelo decreto nº 086/2001. Com área total de aproximadamente 10,3 hectares, é quase todo alagado pelas águas do rio Aquidauana (AQUIDAUANA, 2016).

Em 1990, através da Lei Orgânica do município de Aquidauana foi criado o Parque Ecológico da Lagoa Comprida, e em 2001, através do Decreto Municipal nº 89 de 30 de julho de 2001, foi oficialmente demarcado com Memorial Descritivo a área do Parque como é conhecida hoje, e o Parque passou então a receber o nome de Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida (SPOSITO, 2005, p.26). O Parque da Lagoa Comprida também encontra-se totalmente inserido na área urbana, estando assim sujeito as pressões dos diferentes usos (GABRIELLI; ALMEIDA, 2009).

### **2.5.2 Nascentes: conceitos e abordagens**

As nascentes são consideradas áreas de preservação permanente pela legislação brasileira desde 1965. São um dos elementos mais importantes do sistema hidrológico, pois além de promover a passagem da água subterrânea para a

superfície, marcam o início dos canais de drenagem, sendo assim responsáveis pela existência das águas superficiais, a porção dos recursos hídricos mais utilizada pela população, sobretudo nos trópicos úmidos (FELIPPE, 2009). Deste modo, as nascentes, ainda que intermitentes, são absolutamente essenciais para a garantia do sistema hídrico. A manutenção de sua integridade mostra estreita relação com a proteção conferida pela cobertura vegetal nativa adjacente. Para as nascentes (perenes ou intermitentes) a lei estabelece um raio mínimo de 50 metros no seu entorno independentemente da localização, seja na pequena ou na grande propriedade, em área rural ou urbana. Tal faixa é o mínimo necessário para garantir a proteção e integridade do local, mantendo a quantidade e qualidade da água. (SCHÄFFER et al, 2011, p.09).

Gomes, Melo e Vale (2005, p.104) ressaltam que a partir da Constituição Federal de 1988, ficou estabelecido que todos os corpos d'água são de domínio público, mas devido ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, os proprietários de terra tem o direito de uso dos recursos hídricos através da outorga da água, sendo um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997). Assim, toda intervenção em nascente, bem como em uma APP, deve ser precedida de consulta e respectiva autorização por parte dos órgãos competentes de controle, orientação e fiscalização das atividades de uso e exploração dos recursos naturais (CALHEIROS et al, 2004, p.22).

Segundo Calheiros et al. (2004, p.13), entende-se por nascente o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Já o conceito adotado pela Resolução CONAMA nº 303/2002 que define nascente ou olho d'água como "local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea" (BRASIL, 2002. Art. 2º; II). Porém, Felipe (2009, p.20) resalta que em termos geográficos e visando a educação e proteção ambiental, esses conceitos devem ser ampliados, assim, as nascentes são uma área, uma zona da superfície onde ocorre a exfiltração da água subterrânea e não meramente um lugar ou um ponto bem definido.

De acordo com Gomes, Melo e Vale (2005, p.104), o sistema de nascentes é constituído pela vegetação, solo, rochas e relevo das áreas adjacentes e à montante das nascentes e de acordo com a legislação federal (BRASIL, 1965), são consideradas áreas de preservação permanente (APPs), sendo necessária a preservação no raio de 50 m, quaisquer que sejam sua localização.

Para Fellipe (2009, p.21), as nascentes dos cursos d'água são resultantes principalmente da dinâmica hidrológica sub-superficial:

Em termos geomorfológicos, as cabeceiras de drenagem correspondem, geralmente, a formas côncavas à semelhança de anfiteatros erosivos que concentram fluxos pluviais e sedimentos. Porém, nem sempre possuem esta forma tão característica, podendo apresentar morfologia suavizada e mal demarcada na superfície. Originam-se de processos de intemperismo e erosão superficial e sub-superficial de caráter químico (dissolução/remoção) e/ou físico (erosão mecânica), onde as águas pluviais e subterrâneas são os agentes principais. Ao determinarem o rearranjo dos fluxos em superfície, funcionando como pequenas bacias de captação de água e sedimentos, as cabeceiras possuem destacada importância na proteção e conservação das nascentes.

Para Calheiros et al. (2004, p.13), as nascentes localizam-se em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; quanto ao regime (vazão), podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

Com relação à posição, Fellipe (2009, p.86) aponta que as nascentes podem ser classificadas em fixas (aquelas que mantêm sua posição na calha tanto no período chuvoso quanto na estiagem) ou móveis (aquelas que alteram sua posição na calha sazonalmente). Isso ocorre porque as nascentes também possuem relação direta com a precipitação, evapotranspiração e infiltração, sendo assim, seus pontos de afloramento podem mover-se de acordo com a variação da superfície freática. Isso implica que as nascentes podem se movimentar durante o ano hidrológico, bem como sua vazão variar também em função desses parâmetros (PEREIRA et al., 2002, p.148).

As nascentes, quanto às origens, podem ser formadas tanto por lençóis freáticos (apenas depositados sobre as camadas impermeáveis) quanto artesianos (confinados entre duas camadas impermeáveis), podendo surgir por contatos das camadas impermeáveis com a superfície, por afloramento dos lençóis em depressões de terrenos, por falhas geológicas ou por canais cársticos. Na origem da maior parte dos nossos córregos estão nascentes de contato ou de depressão, provenientes de lençóis freáticos. As de contato, como normalmente surgem no sopé de morros, são conhecidas como nascentes de encostas (ROBERTI; GOMES; BITTENCOURT, 2008, p.13).

A água da nascente proveniente de lençol artesiano pode ser de contato, ocorrendo normalmente em regiões montanhosas, com fortes declives entre áreas próximas, o que facilita o afloramento das camadas impermeáveis, responsáveis pelo confinamento dos lençóis; podem, ainda, ser provenientes de falhas geológicas que sejam capazes de provocar a ligação de lençóis confinados com a superfície; ou por canais e galerias formadas em rochas cársticas (rochas carbonatadas) e que podem ser alimentadas pela água de chuva, como por exemplo, através de dolinas. (VALENTE; GOMES, 2005).

Segundo Jacob (2015), os lençóis freáticos dão origem a dois tipos de nascentes: as nascentes de olho d'água ou pontuais (brotam de um único ponto) e as nascentes difusas. As nascentes são consideradas difusas quando a água exfiltra ao longo de uma área, formando brejos (FELLIPE, 2009, p.86). As nascentes de fraturas profundas podem possuir águas termo-minerais, minerais ou termais, e geralmente são águas que se infiltram e surgem de modo artesiano em condições especiais (PEREIRA et al., 2002, p.149).

Para Fellipe (2009, p.100), a caracterização das nascentes é complementar ao mapeamento. Assim, a descrição das nascentes deve englobar algumas características básicas, bem como especificidades que possam ser significativas para a dinâmica do sistema. O tipo de exfiltração da água, a forma da nascente, a existência e posição dos afloramentos rochosos, a profundidade do manto de intemperismo, a unidade geológica e a declividade do terreno são considerados elementos essenciais para a caracterização de nascentes. Soma-se a essas, variáveis de estado ambiental, que envolvem usos, existência de áreas degradadas, presença de resíduos ou efluentes, além de parâmetros de qualidade da água.

De acordo com Dias (2008, p.28), a área das nascentes do córrego Guanandy é definida pela Lagoa dos Bobos, localizada na junção das áreas de expansão urbana e zona rural. As nascentes se encontram em propriedades privadas, com cercamento facilmente transponível, o que permite a entrada de animais e pessoas. Um dos principais problemas é a fragmentação florestal no entorno, que possui vários graus de perturbação ou degradação, provocada pela supressão da vegetação para formação de pastagens e plantio de outras culturas. Pela legislação, as propriedades rurais que possuem ocupação humana com infraestrutura construída ou realização de atividades (agrossilvipastoris, ecoturismo ou turismo rural) na APP, deverão obrigatoriamente recuperar essas áreas (IMASUL, 2016b).

As propriedades rurais são caracterizadas como as que mais geram impactos nocivos à natureza (CUNHA; GUERRA, 2009), sendo um dos principais a compactação do solo, que dificulta a infiltração da água e aumenta o escoamento superficial favorecendo o processo de erosão, além do esgotamento das propriedades do solo e diminuição da sua fertilidade. Em termos técnicos, de acordo com Duarte e Casagrande (2006, p.67),

Entende-se por compactação do solo o decréscimo de volume pela expulsão do ar do solo, levando a um aumento de sua densidade. A compactação do solo altera propriedades básicas do solo, principalmente o volume e a distribuição dos macros e microporos. Estas propriedades têm grande influência na elongação das raízes das plantas, no armazenamento e movimentação de água, ar e calor do solo. O efeito negativo da compactação no desenvolvimento vegetal é função do reduzido crescimento radicular, devido à resistência à penetração das raízes. A infiltração de água no perfil do solo é diminuída, com aumento do escoamento superficial, causando erosão, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

Infelizmente, a introdução de técnicas que agravam a degradação do solo e cursos d'água no meio rural não é característica particular dos grandes agricultores, que geralmente desenvolvem monoculturas, mas foi também introduzida na agricultura familiar. As causas dos impactos da agricultura sobre o meio ambiente têm origem na demanda de mercado, e suas conseqüências implicam custos ambientais e ecológicos de difícil mensuração (BERGAMIN, 2016).

Assim, entre os diversos problemas ambientais causados pela atividade agropecuária, como substituição da cobertura vegetal pelas pastagens, impactos na biodiversidade e nos recursos hídricos, ainda existe a questão do gerenciamento dos resíduos oriundos da atividade de pecuária, que muitas vezes são descartados de maneira inadequada, contaminando o meio ambiente (CLAUDINO; TALAMINI, 2012).

De acordo com Rocha, Pereira e Teixeira (2014, p.03), o uso de dejetos de animais é comum na fertilização do solo, sendo a fonte mais comum de diversos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas cultivadas em sistemas de produção orgânica. Entretanto, o uso indiscriminado pode causar impacto ambiental negativo, tal como a contaminação de fontes superficiais ou subterrâneas de água. Além disso, pode haver contaminação biológica do ambiente caso os dejetos não sejam adequadamente tratados. Para que se possa garantir uma utilização adequada e segura é necessário avaliar a capacidade de cada sistema de produção absorver os nutrientes provenientes dos dejetos.

Segundo Nardi et al. (2015, p.06), um dos grandes problemas ambientais ocasionados pela pecuária de leite é a quantidade e a disposição dos dejetos, pois, segundo os autores, uma vaca leiteira adulta gera aproximadamente de 12 a 14 toneladas de dejetos durante um ano. Uma das alternativas apresentadas seria utilizar os dejetos dos animais como matéria prima para o funcionamento de um biodigestor.

A criação de suínos e aves são igualmente impactantes. De acordo com Van der Peet-Schwering et al. (1999) citado por Hack et al. (2011, p.24), os dejetos de suínos são 100 vezes mais poluentes que o esgoto urbano. A causa principal da poluição é o lançamento direto do esterco de suínos sem o devido tratamento nos cursos de água, que acarreta desequilíbrios ecológicos e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos. Apesar da importância econômica, social e cultural da suinocultura, a produção tem um potencial poluidor muito grande devido ao grande volume de dejetos gerado por animal e a concentração em pequenas áreas (BEZERRA et al., 2014, p.3715).

Por outro lado, as pequenas propriedades podem ser facilitadores de ações sustentáveis, devido ao fato do maior cuidado com o meio ambiente. Deste modo, na agricultura familiar quanto menor a área, maior será o cuidado com a natureza, tanto em razão das leis existentes, quanto da diversificação da propriedade (NARDI et al, 2015).

### **2.5.3 Restauração florestal e ambiental**

As ações antrópicas podem levar um ecossistema a um estado de perturbação. Uma área perturbada é aquela que pode sofrer certo distúrbio e manter, ainda, a possibilidade de regenerar-se naturalmente ou estabilizar-se em outra condição, também dinamicamente estável. Quando o distúrbio é pequeno, a intervenção para recuperação pode consistir apenas em iniciar o processo de sucessão (REIS-DUARTE; GALVÃO-BUENO, 2006, p.37). Ainda segundo os autores, uma área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, sejam elas de natureza física, química ou biológica, cujo impacto pode impedir ou restringir drasticamente a capacidade do ambiente de retornar ao estado original, ou ao ponto de equilíbrio pelos meios naturais, ou seja, reduzindo sua resiliência. Recuperação, por sua vez, é a reversão dessa condição para uma

condição não-degradada, independentemente de seu estado original e de sua destinação futura (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001).

Para a recuperação de uma Reserva Legal e/ou Área de Preservação Permanente deve-se identificar a causa da degradação (erosões e voçorocas, fogo, desmatamento da vegetação nativa, presença de espécies invasoras agressivas, atividades agrícolas e presença de gado, etc). Depois de identificados os fatores de degradação, é necessário que seja feita a sua retirada. As formas mais usuais de retirada de fatores de degradação são: cercamento (caso houver gado) ou aceiro, além da retirada de atividades agrícolas e de pecuária (IMASUL, 2016b, p.20).

Existem também várias estratégias de recuperação de uma área degradada. Pode-se propor desde a reabilitação da área, atribuindo a ela uma função adequada ao uso humano e restabelecendo suas principais características, conduzindo-a a uma situação alternativa e estável (IBAMA, 1990), bem como sua restauração ou recuperação. De acordo com a Lei Federal nº 9.985/2000, a restauração é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original; já a recuperação consiste na restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (BRASIL, 2000). Assim, a recuperação objetiva recuperar a estrutura e as funções ecológicas do ecossistema de uma área, retornando às condições de funcionamento (REIS-DUARTE; GALVÃO-BUENO, 2006, p.38).

Geralmente as técnicas utilizadas para recuperação de uma área degradada consistem na recuperação do solo (através do plantio de uma ou mais espécies vegetais que cumpram a função de proteger e nutrir o solo, gerando melhores condições de crescimento para outras plantas, acelerando a regeneração natural e diminuindo a perda de solo), práticas de contenção ou controle de processos erosivos e condução da regeneração natural, acelerando o desenvolvimento de espécies nativas de interesse na restauração florestal (IMASUL, 2016b).

De acordo com Reis-Duarte e Galvão-Bueno (2006), a regeneração natural é a estratégia indicada quando a área apresenta pequeno grau de perturbação, quando existe a possibilidade de auto recuperação e se observa a presença dos processos ecológicos (banco de sementes, de plântulas, rebrota, chuva de sementes). O processo consiste em isolar a área dos fatores perturbadores e com a construção de cercas e aceiros. Outra alternativa, de acordo com os autores, seria a implantação de

espécies arbóreas. Esse procedimento permite pular as etapas iniciais da sucessão natural, onde surgem primeiramente espécies herbáceas e gramíneas que enriquecem o solo com matéria orgânica, permitindo o aparecimento de indivíduos arbustivo-arbóreos. Na implantação florestal, esta etapa inicial é eliminada, plantando-se mudas de espécies arbóreas e arbustivas nativas regionais, num solo previamente corrigido e preparado, possibilitando a acomodação tanto de espécies pioneiras, quanto de não-pioneiras.

De acordo com Fidalgo e Barbosa (2006), o sucesso da recuperação de uma área degradada está relacionado com a sustentabilidade ou capacidade da comunidade perpetuar-se, a resistência à invasão de organismos que não fazem parte do ecossistema, também a obtenção da produtividade semelhante à do ecossistema natural, além do restabelecimento das interações bióticas e o estabelecimento de uma elevada capacidade de retenção de nutrientes.

Barbosa (2000) lembra que para promover reflorestamentos que simulem a auto renovação da floresta após um determinado distúrbio, é fundamental que processos ecológicos como os envolvidos nas interações fauna-flora (por exemplo, a polinização e dispersão de sementes) sejam considerados para maximizar os efeitos restauradores, promovendo condições de auto-sustentabilidade à floresta implantada.

#### **2.5.4 Modelos de planejamento e recuperação de áreas degradadas**

A metodologia a seguir para restauração e conservação de áreas degradadas segue o manual de Métodos e Técnicas para Restauração da Vegetação Nativa proposto pelo IMASUL (2016a).

Segundo o manual elaborado pelo IMASUL, a primeira etapa no processo da restauração de uma área degradada é o conhecimento prévio da situação da mesma ou um diagnóstico detalhado da situação ambiental da área. Geralmente o método utilizado é o de interpretação de imagens de satélite, uso de ferramentas SIG (Sistema de Informações Geográficas) e posterior checagem de campo, para confirmação das situações ambientais identificadas. É importante que nesse diagnóstico sejam reconhecidos os fatores de degradação (atividade agrícola, pecuária, fogo, entre outros) para que sejam isolados da área. Dessa forma é possível criar as condições iniciais para que a vegetação natural comece a se restabelecer dando subsídios para que outras espécies cheguem ao local, o que permite também reduzir custos no projeto de restauração (IMASUL, 2016a). Após a escolha e implantação do método

mais adequado de restauração, a manutenção deve ser realizada até 30 meses após o plantio ou até o total recobrimento do solo pela sombra da copa das árvores.

O estado de conservação do solo é um importante aspecto a ser considerado para a escolha do método, pois geralmente em áreas de pastagem podem ocorrer processos erosivos em estágio inicial, intermediário ou avançado. Deve-se observar também a manutenção e conservação de estradas rurais, pois quando não são manejadas adequadamente, podem contribuir significativamente para o carreamento de solo, formação de erosões e assoreamento dos cursos d'água adjacentes (IMASUL, 2016a, p. 38). É importante que seja realizado um estudo do histórico de uso e ocupação da área para que se conheça o potencial de regeneração natural, para, em seguida, adotar as ações mais adequadas de acordo com as diversas situações ambientais, que podem ser:

- Isolamento da área - dependendo do potencial de resiliência da área, o isolamento dos fatores que geram a degradação permite a recuperação satisfatória do ambiente, evitando o desperdício de esforços e recursos financeiros como mudas, mão de obra, etc. O isolamento da área pode ser efetuado por meio do uso de cercas ou por meio da implantação de aceiros. É o procedimento mais barato, porém a desvantagem é que só é viável onde há alto potencial de regeneração natural, pois os processos de regeneração tendem a ser lentos. O IMASUL ressalta que a demarcação das APPs e a interrupção de todas as atividades relacionadas à pastagem e culturas agrícolas constituem ações obrigatórias. Caso as medidas não sejam executadas, há prejuízo para a restauração florestal e também se configura como uma infração grave à legislação ambiental, expondo o proprietário a multas, sanções penais e agravantes instituídos no Código Florestal.

- Recuperação do solo - Para a recuperação de solos degradados é indicada a adubação verde (uma ou mais espécies vegetais com a função de proteger e nutrir o solo), gerando melhores condições de crescimento para outras plantas, acelerando a regeneração natural e diminuindo a perda de nutrientes. O mais indicado é o consórcio de gramíneas (que possuem alto teor de carbono) e leguminosas (que fixam o nitrogênio no solo) para posteriormente se realizar o plantio de espécies arbóreas com a diversidade necessária para a restauração.

- Conjunto de práticas de controle de processos erosivos (sulcos, ravinas e voçorocas) – as principais técnicas recomendadas são o terraceamento (usado para

controle de erosão hídrica), cercamento do local e solo-cimento-ensacado (rip-rap), usados principalmente para estabilização de encostas.

- Controle de espécies invasoras – é feito através de controle químico ou mecânico das plantas invasoras, favorecendo o desenvolvimento de espécies nativas de interesse na restauração florestal. Pode ser feito através de roçada manual ou mecanizada, capina seletiva ou aplicação de herbicidas (usados principalmente na eliminação das espécies vegetais na faixa da linha de plantio). A adubação verde é uma forma de controlar as gramíneas exóticas sem o uso de produtos químicos.

- Transposição de galharia – aproveitamento do material orgânico, como lenha e galhos, para a formação de abrigos artificiais para a fauna na área a ser restaurada. As pilhas de galhos criam um micro-habitat propício ao desenvolvimento de plântulas, insetos, pequenos vertebrados e aves que, atraídas pelos insetos, muitas vezes trazem uma chuva de sementes. Alguns galhos rebrotam.

- Implantação de poleiros artificiais - ao pousar nos poleiros, as aves trazem para a área sementes de espécies vegetais de remanescentes do entorno.

- Plantio de adensamento - plantio de mudas de espécies de rápido crescimento, de forma a preencher os espaços vazios entre as demais espécies. Esse método é indicado para áreas que possuem floresta nativa, mas que não preenchem toda a área.

- Plantio de enriquecimento - é recomendado para áreas que possuem poucas espécies e consiste em reintroduzir algumas espécies de plantas que existiam originalmente. A dificuldade do procedimento está na obtenção de diversidade das mudas. É indicado para áreas empobrecidas e que não possuem fontes de sementes próximas.

- Plantio em ilhas de diversidade (“Nucleação de Anderson”) - A nucleação procura criar pequenos habitats dentro da área degradada introduzindo heterogeneidade ao ambiente em diferentes momentos do estágio da restauração. As principais vantagens do método são menor quantidade de mudas e menor custo de implantação. As desvantagens são a cobertura lenta do solo, dificuldade em operacionalizar o procedimento e o aumento nos custos com manutenção.

- Plantio total - O plantio total em linhas é a estratégia mais eficaz para recuperar grandes áreas cuja prioridade é recobrir rapidamente o solo exposto e, assim, competir com a vegetação invasora. Após esta etapa o ambiente começa se tornar mais atrativo à fauna e favorável ao desenvolvimento de outras espécies

vegetais. A vantagem do processo é a rápida cobertura do solo e pouca manutenção e a desvantagem é o alto custo de implantação e dificuldades em obter mudas.

- Mix de plantio de mudas e semeadura direta (“muvuca”) - consiste na mistura de diversas sementes de espécies arbustivo/arbóreas nativas, desde aquelas de início de sucessão até as tardias, junto com leguminosas de ciclo de vida curto (adubação verde), que garantem a cobertura inicial do solo. As vantagens do método são o menor custo de implantação e a rápida implantação em campo, já as desvantagens são dificuldade na obtenção e disponibilidade de sementes, a demora e homogeneização na germinação das espécies e a necessidade de quebra de dormência. É indicada a aplicação em áreas onde é possível a mecanização para o rendimento da atividade.

- Sistemas Agroflorestais e Silvopastoris - compreendem formas de usos múltiplos da terra, nas quais se combinam espécies arbóreas e arbustivas (frutíferas, madeireiras, oleaginosas, entre outras) com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal, interagindo econômica e ecologicamente, utilizando práticas de manejo compatíveis com a cultura da população local.

Gandolfi (2006, p.124) exemplifica na Tabela 1 as ações normalmente empregadas em diferentes modelos de recuperação de áreas degradadas que podem ser propostos, e ressalta que a indicação dessas ações é mais efetiva se forem considerados os potenciais de auto recuperação da área de degradada e o potencial de dispersão da vegetação do entorno.

Tabela 1 – Ações empregadas em diferentes modelos de recuperação de áreas degradadas de acordo com o potencial auto recuperação e o potencial de dispersão do entorno da área de degradada.

Potencial auto recuperação da área degradada	Potencial de dispersão do entorno da área de degradada		
	<b>Ausente ou Pequeno</b>	<b>Médio</b>	<b>Grande</b>
<b>Ausente ou pequeno</b>	1/5/6/7/8/9	1/2/3/6/7/8	1/2/3/6/9
<b>Médio</b>	1/6/7/8/9	1/2/7/8/9	1/2/4/6
<b>Grande</b>	1/4/6/9	1/7	1

Fonte: Adaptado de Gandolfi (2006)

Ações usadas nos modelos (de acordo com Rodrigues e Gandolfi, 2001)

1. Isolamento da área
2. Preparo da área para recepção de propágulos vindos por dispersão

3. Introdução de Pioneiras Atrativas a Dispersores
4. Indução da Germinação do Banco de Sementes Autóctone
5. Transferência da Serapilheira ou de Banco de Sementes Alóctone
6. Condução da Regeneração Natural
7. Adensamento de Espécies com Semeadura, ou Transplante de Plântulas, ou Plantio de Mudas
8. Enriquecimento de Espécies com Semeadura, ou Transplante de Plântulas, ou Plantio de Mudas
9. Introdução de Consórcios com Semeadura, ou Transplante de Plântulas, ou Plantio de Mudas.

Outra questão que deve ser observada é a época do plantio das mudas. Segundo IMASUL (2016b), deve-se plantar preferencialmente no início da estação chuvosa (geralmente em outubro, no Mato Grosso do Sul), pois as mudas necessitam de boa umidade no início do desenvolvimento. As espécies nativas recomendadas devem ser divididas em dois grupos funcionais, sendo o grupo de preenchimento ou recobrimento (espécies com função de rápido recobrimento da área e boa cobertura de copa, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento das espécies de diversidade e ao mesmo tempo desfavorecendo o desenvolvimento de espécies competidoras como gramíneas e lianas) e o grupo de diversidade (representado por espécies secundárias tardias, composto por espécies com crescimento lento e que não proporcionam rápida cobertura de copa, mas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que é esse grupo que vai gradualmente substituir o grupo de preenchimento quando este entrar em senescência, ocupando definitivamente a área). Para a eficácia do plantio recomenda-se que os grupos de espécies sejam plantadas em duas etapas, primeiramente com o grupo de preenchimento (espécies mais iniciais) e após o recobrimento da área (cerca de uma a dois anos) realizar o plantio do grupo de diversidade (IMASUL, 2016b, p. 30).

Devido à diversidade de situações existentes nos aspectos físicos, biológicos, ambientais e socioeconômicos na área rural, outro tipo de ferramenta que vem sendo cada vez mais usadas são as “Chaves para tomada de decisão na recuperação de áreas degradadas”, que contemplam os principais aspectos e situações de degradação ambiental e as principais ações recomendadas para cada caso, se baseando nas características da área em questão e apresentando duas possibilidades mutuamente exclusivas, onde cada opção conduz ou a uma série de ações possíveis

ou ao envio a um novo item (BARBOSA; BARBOSA, 2006, p.20). Essa ferramenta foi apresentada por Barbosa (2006) e foi criada para ser uma técnica dinâmica, e se popularizou por conter indicadores simples e de fácil mensuração, porém necessita de atualização constante para acompanhar a ecologia da restauração. Assim, a chave auxilia tanto no diagnóstico da área degradada quanto na busca de ações de recuperação dessas áreas e pode inclusive ser utilizada por técnicos não especializados em diagnóstico e planejamento de recuperação (UEHARA, CASAZZA, 2011). A figura 4 apresenta um exemplo de chave de tomada de decisão, que fornece mecanismos para definição dos métodos de restauração mais eficientes.

Figura 4 – Exemplo de chave de decisão para restauração florestal

#### CHAVE PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O MÉTODO DE RESTAURAÇÃO

<b>1 – Situações ambientais</b>	
1a. Solo degradado .....	Ir para o item 4a
2a. Solo não degradado .....	Ir para o item 2
<b>2 – Identificação/Avaliação da cobertura vegetal</b>	
2a. Florestas secundárias .....	Ir para o item 3
2b. Área agrícola em APP ou como corredor entre APP e Reserva Legal (RL) .....	Ir para o item 3
2c. Campo úmido nativo .....	Ir para o item 3
2d. Campo úmido antrópico .....	Ir para o item 5e
2e. Pasto sujo .....	Ir para o item 3
2f. Pasto limpo .....	Ir para o item 4b
2g. Florestas comerciais .....	Ir para o item 5
<b>3 – Avaliação de presença e distribuição da regeneração natural</b>	
3a. Regeneração natural presente e bem distribuída .....	Ir para o item 4d
3b. Regeneração natural presente de forma agregada e /ou com espaços vazios .....	Ir para o item 4c
3c. Sem regeneração natural .....	Ir para o item 4b
<b>4 – Métodos de restauração florestal</b>	
<i>Em todas as situações que houver necessidade, manejar as espécies exóticas (técnicas indicadas na seção B1)</i>	
<i>Nas situações que houver algum plantio, posteriormente, fazer a manutenção (seção B11)</i>	
4a. Recuperação do solo .....	Ir para o item 4b
4b. Opções:	
- Plantio em área total (seção B2), em caso de áreas úmidas, plantio em montículos (seção B2h)	
- Semeadura direta (seção B3)	
- Em caso de solo degradado, consorciar o plantio ou a semeadura direta com adubação verde (seção B4) e pode-se usar as técnicas de sacos de juta (seção B8b)	
4c. Opções:	
- Condução da regeneração natural (seção B5) e plantio e adensamento (seção B6), podendo ser complementares com técnicas de nucleação, tais como:	
- Implantação de poleiros naturais (seção B8a);	
- Sacos de juta (seção B8b);	
- Núcleo de Anderson (seção 8Bc);	
- Transposição de galharia (seção 8Bd);	
- Transposição de solo e serapilheira (seção 8Be).	
4d. Opções:	
- Condução da regeneração natural (seção B5) e plantio de enriquecimento (seção B7)	
- Caso a área seja sombreada, pode-se usar transferência de plântulas (seção B9) e epífitas (seção B10).	
4e. Restauração florestal do entorno (zona tampão) .....	Ir para o item 3
<b>5 – Avaliação da viabilidade econômica e/ou regeneração natural no sub-bosque</b>	
5a. Exploração comercial economicamente viável com regeneração natural presente no sub-bosque .....	Ir para o item 6c
5b. Exploração comercial economicamente viável sem regeneração natural presente no sub-bosque .....	Ir para o item 6a
5c. Exploração comercial economicamente inviável .....	Ir para o item 6b
<b>6 – Método de exploração comercial</b>	
6a. Colheita de madeira por meio de técnicas tradicionais .....	Ir para o item 4b
6b. Morte das árvores em pé .....	Ir para o item 3
6c. Retirada de madeira com técnicas de baixo impacto .....	Ir para os itens 4c e 4d.

Fonte: Adaptado de Barbosa (2006).

Entretanto, Barbosa e Barbosa (2006) salientam que a imposição de qualquer modelo aos agricultores fatalmente levará ao fracasso da experiência, pois o apoio da extensão rural e o envolvimento de entidades da sociedade civil são imprescindíveis

para conduzir ao sucesso das ações sobre recuperação de área degradada. Segundo Uehara e Casazza (2011, p. 61), experiências anteriores mostram que não é possível a recuperação e manutenção de matas ciliares sem a integração das ações dentro dos diversos setores da administração pública e o apoio efetivo dos grupos interessados (ONGs, produtores e outros).

## **2.6 Qualidade das águas superficiais: considerações gerais**

As águas superficiais constituem parte da riqueza dos recursos hídricos de um país e configuram-se como importante recurso natural. No Brasil, a presença de grandes bacias hidrográficas e a riqueza dos recursos hídricos decorre, entre outros fatores, da distribuição elevada da pluviosidade no território nacional (SANTOS, 2005, p. 14). Para Tundisi (2003), a disputa por posse de reservas de água doce deverá desencadear sérios conflitos num futuro próximo, pois a água doce desempenhará um papel central para o desenvolvimento social e econômico das populações no próximo século.

O estudo da influência de atividades humanas sobre a qualidade da água demanda a consideração que corpos hídricos têm capacidade de refletir alterações de seu estado em função de atividades antrópicas, pois a água é um fator na produção do espaço geográfico que condiciona a localização e dinâmica de atividades humanas (GUANDIQUE et al., 2015).

Segundo Von Sperling (1996, p. 49), para se avaliar o impacto da contaminação e a eficácia das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras convergentes ao corpo d'água. Para isso, são necessários levantamentos de campo e dados de literatura, como por exemplo:

- Dados físicos da bacia: aspectos geológicos; variações climáticas; etc.
- Informações sobre o comportamento hidráulico dos corpos d'água
- Uso e ocupação do solo
- Caracterização socioeconômica: demografia; desenvolvimento econômico etc.
- Usos múltiplos das águas.
- Requisitos de qualidade para o corpo d'água.
- Localização, quantificação e tendência das principais fontes poluidoras.
- Diagnóstico da situação atual da qualidade da água: características físicas, químicas e biológicas.

Para Godoi (2008 p. 20), o conjunto de variáveis que discriminam a qualidade da água é diretamente influenciado pela variação sazonal, sendo o regime de chuvas um dos agentes de maior importância para rios e córregos. No entanto, em ambientes com forte influência antrópica, os principais fatores determinantes para as características físicas, químicas e biológicas são impactos provocados pelas atividades socioeconômicas das populações humanas, como a geração de esgoto doméstico, efluentes das atividades industriais, comerciais, de saúde pública, etc. (SILVA; ANGELIS; MACHADO, 2007).

Para Campagnaro (2009), o monitoramento da qualidade das águas é uma ferramenta metodológica útil para o estudo destes ecossistemas, sobretudo levando-se em consideração o conhecimento das características e realidades ambientais de uma determinada região.

Segundo a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), a poluição da água abrange aspectos além da contaminação, contempla a degradação da qualidade ambiental por alteração das qualidades físicas, químicas e biológicas da água. Estas podem, além de prejudicar a saúde humana e o bem-estar da população, criar condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetar a biota desfavoravelmente ou as condições estéticas e sanitárias.

O conceito de poluição, segundo a legislação brasileira:

A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, Art. 3º, III).

Já Sposito (2002, p.30) define que poluição é a introdução de poluentes, substâncias ou agentes físicos que provocam, de forma direta ou indireta, alterações ou efeitos adversos no ambiente, seja nos ecossistemas ou na saúde humana. Já a contaminação ocorre quando há a introdução de substância ou organismo patogênico, geralmente tóxico, num sistema que não o contém ou o contém em quantidades menores do que a inserida.

As diversidades de poluentes lançados nos corpos d'água podem ser agrupadas em duas grandes classes: pontual e difusa. Os resíduos domésticos e industriais constituem o grupo das fontes pontuais por se restringirem a um simples

ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta através de rede ou canais (MEYBECK, 2004 apud FARIAS, 2006). De acordo com Brito (2003), em geral, a fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor. Estas fontes pontuais de poluição têm limites determinados por leis ambientais, valores limites para descarga de efluentes nos recursos hídricos. Já as fontes difusas caracterizam-se por apresentarem múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento em áreas urbanas e ou agrícolas e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A redução dessas fontes geralmente requer mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental (MEYBECK, 2004 apud FARIAS, 2006).

Richter e Azevedo Netto (1991, p.01) ressaltam que são inúmeras as impurezas presentes em águas naturais, várias delas inócuas, algumas apreciáveis e outras extremamente perigosas (como vírus, bactérias, parasitas e substâncias tóxicas). Ainda segundo os autores, as características desejáveis da água dependem de sua utilização e sua qualidade é avaliada por um conjunto de parâmetros determinados por análises físicas, químicas e biológicas (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991, p.25).

De maneira geral, os contaminantes da água podem ser classificados como físicos, químicos ou biológicos:

- Contaminantes físicos: compreendem os contaminantes que alteram as propriedades físicas da água conferindo-lhe cor, turbidez, entre outras características.
- Contaminantes químicos: alteram as características químicas da água, caracterizada pela presença de sais, metais pesados, cloretos, fluoretos entre outros na água.
- Contaminantes biológicos: são caracterizados pela presença no corpo hídrico de organismos, tais como bactérias, vírus, protozoários, entre outros (PETERMANN, 2013, p.22).

De acordo com a CETESB e a ANA, a melhor ação quanto à recuperação da qualidade das águas ainda é a de prevenção e o cuidado para que poluentes não sejam lançados no ambiente sem o tratamento adequado. Em termos técnicos, é possível recuperar a qualidade de uma água poluída visando sua utilização para um uso específico, tal como o abastecimento doméstico. Existem tecnologias que permitem transformar o esgoto em água potável, mas dependendo do nível de poluição, os recursos necessários para a purificação das águas podem ser bastante

dispendiosos e demorados. A água é considerada poluída quando as atividades humanas a tornam inadequada para um uso específico. Uma vez que os lençóis são contaminados, torna-se extremamente difícil e proibitivamente caro corrigir o problema (DRAPER, 1987, apud CORSON, 1996 p.163).

A classificação mundial de águas, segundo Rebouças (2006 p.01) é feita com base em suas características. Assim, classifica-se água doce como aquela que apresenta teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a  $1000 \text{ mgL}^{-1}$ . As águas com teores entre  $1000$  e  $10.000 \text{ mgL}^{-1}$  são classificadas como salobras, e aquelas com mais de  $10.000 \text{ mgL}^{-1}$  são consideradas salgadas.

O enquadramento recebeu especial ênfase na Lei Federal nº 9.433/97 da Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nesta Lei, ele é considerado como um dos instrumentos de gestão, porém, existem divergências em defini-lo como “instrumento” uma vez que ele representa uma meta ambiental a ser alcançada.

A Resolução CONAMA nº 357/05 classifica as águas do território brasileiro de acordo com sua salinidade em: águas doces (salinidade inferior ou igual a 0,5%), salobras (salinidade entre 0,5 e 30%) e salinas (salinidade superior a 30%). Além disso, essa classificação também se baseia nos usos preponderantes da água (Tabela 2). A legislação não proíbe o uso de águas de melhor qualidade para fins menos exigentes, desde que tais usos não interfiram na qualidade dessas águas.

Tabela 2 – Classificação das águas doces quanto ao seu uso, segundo CONAMA nº 357/05

Classes	Usos
Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</li> <li>- preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>- preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação e de proteção ambiental.</li> </ul>
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento doméstico após tratamento simplificado;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);</li> <li>- irrigação de hortaliças que são consumidas cruas ou de frutas que se desenvolvam rentes ao solo ou que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.</li> </ul>
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);</li> <li>- irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa a vir ter contato direto;</li> <li>- aquicultura e atividade de pesca.</li> </ul>
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>- irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>- pesca amadora;</li> <li>- recreação de contato secundário;</li> <li>- dessedentação de animais.</li> </ul>
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- navegação;</li> <li>- harmonia paisagística.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de TUCCI, 2006.

## 2.7 Parâmetros de qualidade da água

Em ambientes com forte influência antrópica, os principais fatores determinantes para as características físicas, químicas e biológicas são impactos provocados pelas atividades socioeconômicas das populações humanas, como a geração de esgoto doméstico, efluentes das atividades industriais, comerciais, de saúde pública, etc. (SILVA; ANGELIS; MACHADO 2007). Porém, a degradação generalizada dos cursos d'água não tem sido mais uma característica de cidades

grandes, atualmente, são encontrados cursos d'água em avançado grau de poluição e contaminação em cidades de pequeno porte e, inclusive, pouco industrializadas (ROCHA; MARTIN, 2005, p.118).

Assim, a interferência humana é o fator de maior influência para a contaminação dos recursos hídricos e das conseqüentes alterações deste ambiente, que ocorre tanto por lançamentos de cargas em sistemas hídricos, como pelas alterações do uso do solo rural e urbano, além das modificações nos sistemas fluviais (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Para Scholten (2009, p.25), a ocupação e uso do solo pelas atividades agropecuárias são fatores que contribuem direta e indiretamente na contaminação dos corpos hídricos, e alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais.

De acordo com Andrade et al. (2007 p.684) os parâmetros físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas sofrem grandes variações no tempo e no espaço, havendo a necessidade de um monitoramento sistemático para obter uma estimativa real da variação da qualidade das águas superficiais.

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constituem no ponto de partida para avaliação da qualidade da água (TOLEDO; NICOLELLA, 2002, p.181).

### **2.7.1 Variáveis físicas**

#### **Temperatura da água**

A temperatura indica o grau de agitação das moléculas e é uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em trânsito (CAMPAGNARO, 2009, p.20).

A prevalência de elevadas temperaturas durante grande parte do ano faz com que o sistema tropical atue de forma mais acelerada, tanto nos aspectos físicos (por exemplo, maior velocidade de sedimentação) quanto nos químicos (maior velocidade de reações químicas) e biológicos (atividade metabólica mais intensa por parte dos organismos). Outra característica marcante de ambientes tropicais é a sazonalidade de fenômenos, geralmente compartimentalizados em apenas duas fases: período de chuvas e período de seca (VON SPERLING, 2001).

Segundo a CETESB (2009), a temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade, mas a elevação brusca da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais e usinas termoelétricas.

### **Cor**

A água pura é virtualmente ausente de cor, o que a altera são substâncias dissolvidas ou em suspensão. É importante salientar que a cor da água é sensível ao pH e sua remoção é mais fácil em pH baixo (RICHTER, AZEVEDO NETTO, 1991, p.25). Segundo a CETESB (2009), o maior problema de cor na água é, em geral, o estético, já que causa um efeito repulsivo na população. Há também compostos inorgânicos capazes de causar cor na água, como os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz.

### **Turbidez**

De acordo com Silveira (2007), a turbidez é medida pela quantidade de luz refletida pela água de uma amostra. É um parâmetro adotado nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis. A turbidez aceitável pelo padrão CONAMA nº 357/2005 em águas naturais para abastecimento é de até 100 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez). A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral, etc., porém os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevação na turbidez das águas (CETESB, 2009).

Para Raposo, Barros e Magalhães Júnior (2009, p.1),

Um dos principais parâmetros de qualidade das águas capaz de demonstrar alterações na dinâmica hidrossedimentar de uma bacia como consequência da erosão acelerada é a turbidez. (...) Nesse sentido, a turbidez é muito útil em análises ambientais em bacias hidrográficas, uma vez que é possível associar o uso e cobertura do solo a este parâmetro, a fim de se detectar danos nos cursos d'água relacionados a atividades humanas, por exemplo.

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Em termos globais, de acordo com Corson (1996, p.123), grande parte do solo erodido de áreas desmatadas é carregado pelos rios até o mar. Em todo mundo, os rios lançam cerca de 13 bilhões de toneladas de sedimentos nos oceanos a cada ano.

Um exemplo de problemas graves causados pelo excesso de turbidez na água pôde ser observado em novembro de 2015, quando ocorreu o rompimento da barragem do Fundão, localizado na cidade histórica de Mariana (MG). Estima-se que 34 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração (composto por terra, areia, água e resíduos de ferro, alumínio e manganês) foram lançados na bacia do rio Doce. Segundo o Portal Brasil (2015), somente o aumento da turbidez da água, foi responsável pela morte de milhares de peixes e outros animais. Segundo Lopes (2016, p. 11), devido ao elevado nível de turbidez da água, ocasionado pelos sedimentos que compunham os rejeitos, a água se tornou imediatamente imprópria tanto para o consumo humano como para a agropecuária. Devido à elevada carga de sedimentos, o aumento da turbidez impediu a entrada de luz solar na água, inviabilizando a fotossíntese, causando a mortalidade instantânea dos organismos aquáticos e no caso dos peixes, ocorreu o fechamento das brânquias, provocando morte por asfixia.

### **2.7.2 Variáveis químicas**

#### **Oxigênio dissolvido**

De acordo com Silveira (2007), o oxigênio dissolvido (OD) é um excelente indicativo da qualidade, pois quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água. Segundo Gradella et al. (2006, p.99), o OD é uma das variáveis limnológicas que apresentam maiores oscilações diárias. A sua concentração varia principalmente com a temperatura e com a altitude e está diretamente relacionado com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que, por sua vez, estão diretamente associadas com a intensidade luminosa e temperatura (ESTEVES, 1998).

A concentração de oxigênio dissolvido na água é um importante parâmetro a ser observado por ser o elemento principal no processo metabólico dos organismos aeróbicos, sendo portanto, fundamental na dinâmica e autodepuração dos ecossistemas aquáticos (PIVELI; KATO, 2005).

O OD é uma variável ambiental clássica e sua ausência pode afetar significativamente a biota aquática. O valor mínimo de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 5,0 mgL<sup>-1</sup>. Segundo Silva e Jardim (2006), com base nos critérios de qualidade para o oxigênio dissolvido publicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), as faixas de concentração com as respectivas comunidades aquáticas que podem suportar tais níveis de oxigênio são as seguintes:

- 0 a 2 mgL<sup>-1</sup>: é insuficiente para manter a vida aquática;
- 2 a 4 mgL<sup>-1</sup>: somente poucas espécies de peixes podem sobreviver;
- 4 a 7 mgL<sup>-1</sup>: é aceitável para peixes de águas quentes;
- 7 a 11 mgL<sup>-1</sup>: é ideal para peixes de águas frias (SILVA; JARDIM, 2006, p.690).

Em estudos de águas superficiais densamente poluídas, a contaminação orgânica pode ser avaliada por meio da observação do decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido na água (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997). Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando o corpo hídrico recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (FARIAS, 2006, p. 15).

### **pH (Potencial Hidrogeniônico)**

O termo pH, segundo Pazdiora et al (2011, p.520) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução. Sua determinação é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um pHmetro digital.

Em águas naturais, as variações destes parâmetros são ocasionadas geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono e pelos fenômenos de respiração/fermentação de organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986).

O pH indica se a água é ácida (pH abaixo de 7), básica (pH acima de 7) ou neutra (pH em torno de 7). Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais (ESTEVES, 1988). A resolução CONAMA 357/05 determina que as águas destinadas ao abastecimento e ao consumo humano, devem estar na faixa de 6,0 a 9,0. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem

provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYERS; WESTCOT, 1999, p. 113).

Segundo a CETESB (2009), as restrições de faixas de pH são estabelecidas pela legislação federal para as diversas classes de águas naturais pois a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais afeta diretamente a fisiologia das diversas espécies. Indiretamente, o efeito é muito importante podendo, em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos (como metais pesados) ou exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

Segundo Farias (2006, p.11), o pH de um corpo d'água também pode variar, dependendo da área (no espaço), daí a importância do estudo das características da bacia hidrográfica. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre, assim, quanto mais ácido for o solo da bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água. Por exemplo, os solos do Cerrado apresentam fertilidade baixa, alto teor de alumínio e acidez e pH entre 4 a 5. Essa acidez é influenciada pela pouca quantidade de bases dos materiais de origem e a capacidade de troca de cátions no solo (CONCEIÇÃO; JARDIM, 2011) e esse solo, quando drenado, leva uma grande quantidade de ácidos para os corpos d'água, reduzindo o pH. As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9, às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode se elevar, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram o gás carbônico que é a principal fonte natural de acidez da água (FARIAS, 2006, p.12).

### **Condutividade Elétrica**

Segundo Farias (2006, p.13), a condutividade elétrica (CE) é a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de sais presentes em uma solução.

De acordo com a CETESB (2009), a condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, assim, a capacidade de condutividade elétrica em águas relativamente mais limpas tende a ser mais reduzida.

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir corrente elétrica através da concentração dos íons presentes. Segundo Esteves (1998) a condutividade elétrica da água, fornece importantes informações tanto sobre o metabolismo de ecossistema aquático, quanto aos fenômenos desencadeados na bacia de drenagem, ajudando na detecção das fontes poluidoras.

### **Fósforo**

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários, cuja principal fonte é matéria orgânica fecal e detergentes em pó empregados domesticamente. Alguns efluentes industriais (fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios), também apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem causar excesso de fósforo em águas naturais (CETESB, 2009).

O fósforo e o nitrogênio são essenciais ao crescimento de todos os seres vivos, porém, apesar de ser um nutriente importante para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais.

Os compostos de fósforo podem estar nas águas sob as formas de ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Os ortofosfatos têm como origem os fertilizantes fosfatados utilizados na agricultura, os polifosfatos são provenientes de despejos de esgotos domésticos e de alguns despejos industriais que utilizam detergentes sintéticos à base de polifosfatos. O fósforo total, o ortofosfato e a amônia formam o principal grupo de nutrientes com relação direta com o processo de eutrofização de um corpo d'água (CEBALLOS, 1998 apud FARIAS, 2006, p.18).

Para Corson (1996, p.167), a contaminação da água na agricultura poderia ser minimizada através da utilização de métodos mais eficientes de irrigação, controle de escoamento e de maior cuidado e seletividade no uso de fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas.

### **Série Nitrogenada (amônia, nitrato, nitrito)**

Os compostos de nitrogênio são nutrientes importantes para processos biológicos e quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes, provocam o enriquecimento do meio, provocando a eutrofização.

De acordo com Farias (2006, p.16), o nitrogênio é naturalmente escasso nas águas e pode ser retirado do ar por algumas algas. As fontes de nitrogênio nas águas naturais podem ser diversas, sendo a principal delas os esgotos sanitários, que lançam nas águas o nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água (CETESB, 2009).

De acordo com a CETESB (2009), o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. É possível associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio, ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, caracteriza descargas de esgotos distantes.

De acordo com Scholten (2009, p.31), o nitrogênio amoniacal é o primeiro produto da decomposição da ureia que vem da urina humana ou animal. Pela legislação federal em vigor, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos.

Já a amônia é tóxica e bastante restritiva à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de  $5 \text{ mgL}^{-1}$  (CETESB, 2009). Atividades intensivas de criação de animais produzem amônia oriunda do esterco, onde parte é liberada para a atmosfera, e parte é convertida em nitratos solúveis no solo pelas bactérias decompositoras (SCHOLTEN, 2009, p.32).

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água, valores elevados demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte do nitrato são os dejetos humanos (FARIAS, 2006, p.17). De acordo com a CETESB (2009), o nitrato é tóxico (o nitrato reduz-se a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre e podendo ser letal principalmente para crianças). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo  $10 \text{ mgL}^{-1}$  o valor máximo permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Já o nitrito é encontrado em águas superficiais em pequena quantidade, devido a sua instabilidade na presença de oxigênio e sua presença indica processo biológico ativo influenciado por poluição orgânica (FARIAS, 2006 p.17).

### 2.7.3 Variáveis microbiológicas

#### Coliformes totais e termotolerantes

Para Corson (1996 p.162), em uma perspectiva global, a substância mais nociva à saúde humana são as fezes portando doenças. Segundo o autor, “atualmente, os excrementos humanos representam a fonte mais séria de poluição das águas”.

Indicadores microbiológicos têm sido utilizados mundialmente para verificar a contaminação de corpos d'água por resíduos humanos e animais. São organismos encontrados em elevadas concentrações nos intestinos e fezes de seres humanos, mamíferos de sangue quente, inclusive os de vida selvagem, e normalmente não são patogênicos (SCHOLTEN, 2009, p.27).

As bactérias do grupo coliforme são indicadoras de contaminação fecal, ou seja, indicam se uma água foi contaminada por fezes e, em decorrência, apresenta potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 1996). Os indicadores geralmente utilizados incluem coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli* e enterococos (APHA, 1998; SHIBATA et al., 2004 apud SHOLTEN, 2009, p.27).

Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição (CETESB, 2009).

As bactérias do grupo coliformes incluem espécies que podem ter origem não fecal, sendo encontradas em ambientes como água, solo e plantas. Logo, na avaliação sanitária de uma bacia, os valores elevados de coliformes podem ter origem nas diversas atividades de uso da área (CAPPI; BARROS; PEREIRA, 2012, p.53).

### 3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

#### 3.1 Localização

O Estado de Mato Grosso do Sul está configurado em duas grandes bacias hidrográficas: a bacia do rio Paraná, a leste, e a Bacia do Alto Paraguai (BAP), a oeste, separadas pelo divisor de águas compreendido pela serra das Araras, serra de Camapuã e parte da serra de Maracaju. A Bacia do Alto Paraguai situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: latitudes 17°00'00" e 24°00'00" S e longitudes 53°30'00" e 58°30'00" W Gr. Essa bacia apresenta grande importância no contexto nacional, pois inclui o Pantanal, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, considerado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 e Reserva da Biosfera pela UNESCO, no ano de 2000 (MATO GROSSO DO SUL, 2005).

A Bacia do Alto Paraguai possui uma área de 496.000 km<sup>2</sup>, sendo que 396.800 km<sup>2</sup> pertencem ao Brasil. Da porção brasileira, 207.249 km<sup>2</sup> pertencem ao estado de Mato Grosso do Sul. Dessa área, 64% corresponde a planaltos e 36% ao Pantanal, uma extensa planície sedimentar, levemente ondulada (MATO GROSSO DO SUL, 2005).

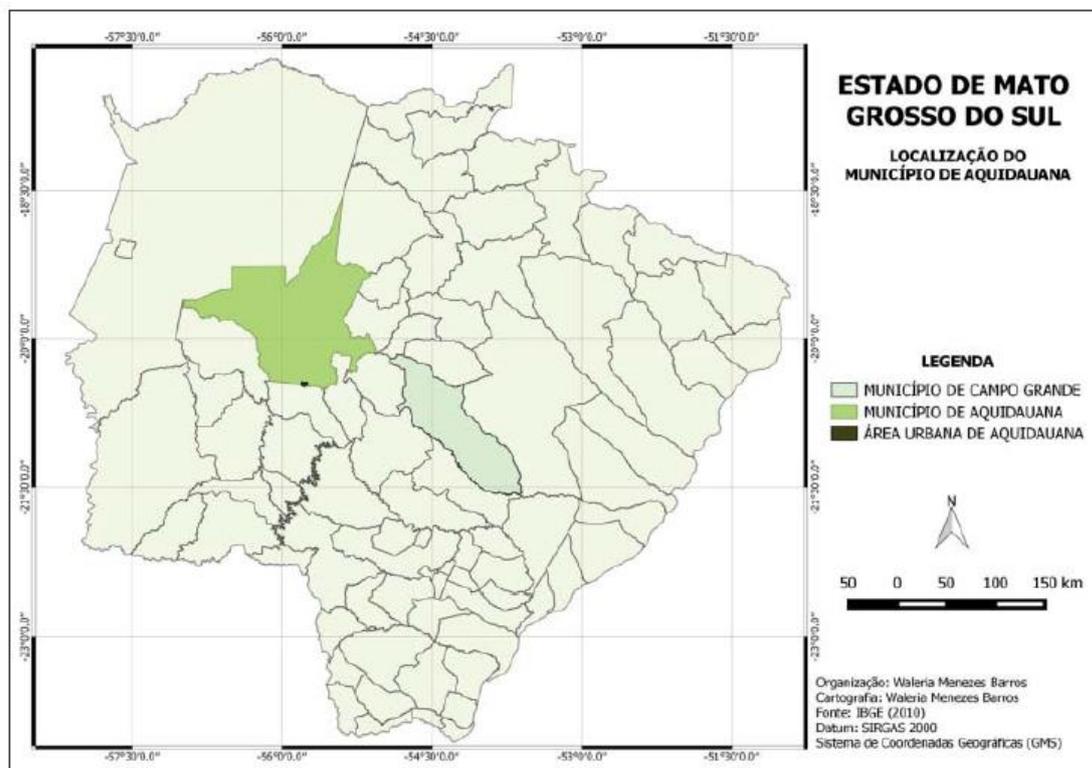
A BAP possui três regiões bastante distintas: o Planalto, o Pantanal e o Chaco. O Planalto é uma região relativamente alta, com altitude acima de 200 m, podendo atingir até 1400 m, localizada na região leste da bacia, quase inteiramente em território brasileiro. Nessa porção da bacia, a drenagem é bem definida e convergente (ANA, 2012, p. 06). O Pantanal é uma região baixa, localizada no centro da bacia, onde os rios inundam a planície e alimentam um intrincado sistema de drenagem que inclui lagos extensos, cursos d'água divergentes e áreas de escoamento e inundação sazonal; e finalmente, o Chaco, localizado a oeste da fronteira do Brasil, é uma região baixa onde a precipitação é inferior a 1000 mm por ano e onde há grandes áreas com drenagem endorréica (sem saída para o mar), que finaliza em banhados ou lagos, ou sem sistema de drenagem definido (BRAVO et al, 2005).

No Estado de Mato Grosso do Sul, a BAP está constituída pelas seguintes sub-bacias hidrográficas: Rio Apa, com cerca de 17.066 km<sup>2</sup> de área de drenagem; Rio Correntes, com 8.986 km<sup>2</sup>; Rio Miranda, com 43.787 km<sup>2</sup>; Rio Nabileque, com 18.369 km<sup>2</sup>; Rio Negro, com 34.948 km<sup>2</sup>; Rio Taquari, com 65.023 km<sup>2</sup> (MATO GROSSO DO SUL, 2005).

De acordo com Mendes et al. (2004, p.32), as maiores preocupações relacionadas à sub-bacia do Rio Aquidauana, no que tange aos aspectos qualitativos, se referem ao impacto da suinocultura e aos processos erosivos nas cabeceiras, na região de São Gabriel do Oeste. Esses impactos se propagam a jusante, podendo afetar a intensa atividade de ecoturismo relacionada à pesca, que também é uma importante atividade econômica da região e que poderá ser prejudicada pelos efluentes dos suínos. As atividades agrícolas, principalmente em solos suscetíveis à erosão, podem, pelo assoreamento, ocasionar problemas de maior incidência de cheias em áreas ribeirinhas.

De acordo com Gradella et al (2006, p.98), o município de Aquidauana encontra-se compreendido entre as coordenadas geográficas de 18°48'15" e 20°28'57" de latitude sul e 54°55'54" e 56°59'15" de longitude oeste, está localizado na região Centro-Oeste do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 5) e sua altitude corresponde a 147 metros aproximadamente. Está a 130 quilômetros de distância de Campo Grande, a capital do Estado, e a sua principal via de acesso é a rodovia BR 262, que corta o Estado no sentido leste-oeste.

Figura 5 – Mapa da localização de Aquidauana – MS



Fonte: BARROS; GOMES; MARCATO JUNIOR (2015).

O município de Aquidauana é um dos maiores do estado. Seu território estende-se de Norte a Sul desde o “Morrinho” do Pimenteiral, na divisa com os municípios de Corumbá e Rio Verde, até o rio Aquidauana, fazendo também divisa com o município de Anastácio ao Sul; de Leste a Oeste desde a Serra de Maracaju, faz divisa com os municípios de Dois Irmãos do Buriti, Terenos, Corguinho, Rio Verde e Rio Negro até a divisa com os municípios de Miranda e Corumbá (ROBBA, 1992, p.40).

De acordo com o IBGE, o município de Aquidauana, tem 16.970,711 km<sup>2</sup> de área e possuía 47.162 habitantes até 2015, com uma densidade demográfica de 2,69 hab/km<sup>2</sup>. A população do município cresceu 9% entre 2000 e 2015 em ritmo mais lento que a média do Estado de MS (28%). A taxa média de crescimento anual da população de Aquidauana neste período foi de 0,55% e a do Estado de 1,64%. Aquidauana é classificado como o 6º município em população e é o 26º em arrecadação de ICMS no Estado.

Segundo Artigas, Loubet e Anunciação (2012, p.56), os primeiros dados sobre a região datam de meados do século XIX. Após a Guerra do Paraguai, em 1870, as comunidades que viviam na região dos atuais municípios de Aquidauana, Anastácio e Miranda começaram a se reestruturar. Como a distância entre as vilas de Miranda e Nioaque era muito grande, o transporte de mercadorias e comunicação era dificultado.

Ao longo do processo de ocupação do pantanal (final do século XVIII ao final do século XIX), a cidade de Corumbá manteve-se como ponto estratégico da economia, já que pela via fluvial, através do rio Paraguai eram exportados produtos pantaneiros e recebidos produtos manufaturados. Corumbá, Miranda e Nioaque representavam no final do século XIX os principais núcleos da ocupação urbana do Pantanal, que se ligavam com a capital da Província, Cuiabá (DARNIZOT, 2016, p.26). Ainda segundo a autora, em 1872, surgiu um povoado fora da região pantaneira, que deu origem a cidade de Campo Grande, diferentemente das outras regiões esta não apresenta comunicação fluvial, mas como se encontrava próximas das outras, manteve-se vinculada por interesses econômicos, gerando a abertura de novas perspectivas de comunicação.

E foi neste contexto de interligações entre as cidades de Corumbá-Miranda-Nioaque-Campo Grande que, na última década do século XIX, os fazendeiros da região que se circunscreve entre os rios Miranda e Aquidauana conceberam a ideia

da fundação de um núcleo urbano (NEVES, 2007, p.74). Segundo a autora, o local escolhido deveria se situar, junto ao rio, em um ponto onde ainda houvesse condições de navegação, e a partir do qual, do mesmo modo, as comunicações por terra com Nioaque e Campo Grande, continuassem viáveis, mesmo na época das cheias. Seria interessante, também, que o local escolhido fosse equidistante dos dois povoados, de modo que as vias fluviais e terrestres se completassem, para garantir aos poucos povoados da área, um sistema de comunicação que pudesse ser utilizado durante o ano todo, sem interrupções.

Ao contrário da maioria das cidades brasileiras, que surgiram, casualmente, em consequência da junção espontânea de grupos de pessoas ou de criação de algum estabelecimento oficial, Aquidauana foi fundada em uma reunião realizada a 15 de agosto de 1892, especialmente convocada para esse fim (NEVES, 2007, p.82). Assim, no ano de 1892, uma comissão composta pelo major Theodoro Rondon e pelos coronéis João D'Almeida Castro, Augusto Mascarenhas, Estevão Alves Correa e Manoel Antônio Paes de Barros decidiram comprar parte das terras da fazenda do Sr. João Dias para instalar um novo povoado (ARTIGAS; LOUBET; ANUNCIAÇÃO, 2012).

Na época da fundação da cidade de Aquidauana em 1892, o povoado contava com aproximadamente 40 pessoas. O desenvolvimento urbano da cidade ocorreu com maior expressão nas proximidades do rio Aquidauana. De acordo com Joia e Anunciação (2013, p.07),

O sítio urbano da cidade de Aquidauana, por ocasião da primitiva formação no ano de 1892, sofreu grande influência do rio (com o mesmo nome) pelo qual as embarcações traziam mercadorias para a população e transportavam a produção local. Considerada a principal via de acesso e articulação com outras regiões, a ocupação se deu de imediato no entorno de suas margens.

Segundo Santos e Sakamoto (2014), Aquidauana foi fundada com a intenção de facilitar o escoamento de mercadorias em terras mais altas nas regiões pantaneiras, já que, no período das cheias, o único meio de transporte que interligava os centros urbanos com a localidade, era o fluvial.

Em 1912 foi inaugurada a Estação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil que ligava o município a Porto Esperança, à margem direita do Rio Paraguai. Em 1914 a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil passou a ligar Aquidauana a Campo Grande e São Paulo (DARNIZOT, 2016, p.29).

Aquidauana foi elevada à categoria de Comarca, se desligando de Miranda em 1911 e elevada a município em 16 de julho de 1918, de acordo com a Lei nº 772, sancionada em 15 de agosto de 1918 (ARTIGAS; LOUBET; ANUNCIÇÃO, 2012, p.56).

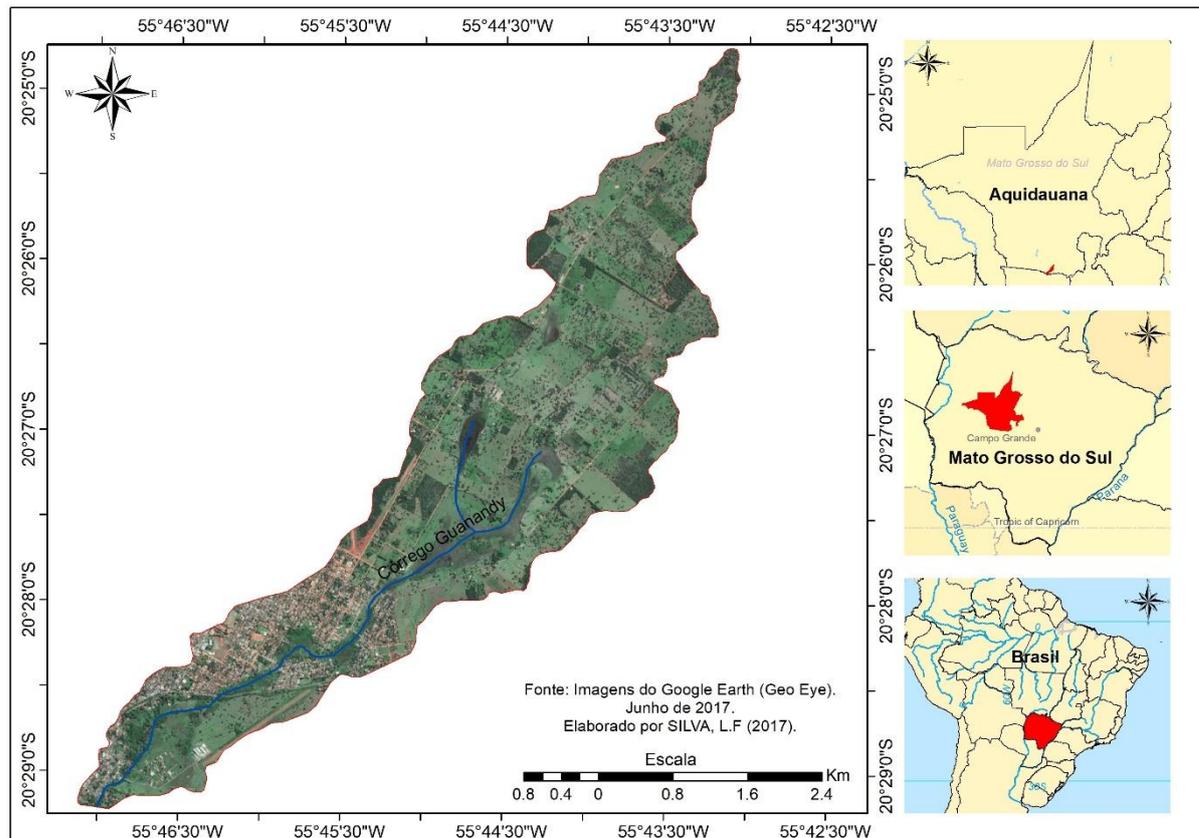
De acordo com Fernandes e Anunciação (2014),

A bacia hidrográfica do rio Aquidauana é abastecida por afluentes de dezesseis municípios. No seu alto curso é drenada pelo próprio rio Aquidauana, numa região, que nas últimas décadas vêm se reestruturando e especializando em atividades relacionadas ao agronegócio. No seu médio curso recebe contribuição de vários canais que vêm sofrendo com a influência da nova divisão do trabalho e valorização do espaço local, redefinido a produção e função do espaço, corroborando para maiores investidas sobre áreas protegidas. Já a partir do seu baixo curso, recebe canais oriundos de áreas, que para se adequar aos novos padrões de competitividade do mundo globalizado, aderiram a prática de silvicultura, pastagem e atividades turística.

A Rodovia BR-262 corta o município próximo à sede de Aquidauana, mas não oferece acesso ao núcleo urbano, cujo acesso é feito pelo trevo do município vizinho, Anastácio (BALDRAIA, 2015, p.699). A cidade é separada do município de Anastácio pelo Rio Aquidauana, e é cortada por três microbacias que a cruzam no sentido oeste/leste: ao norte está a Bacia do Córrego João Dias, na porção central encontra-se a Bacia da Lagoa Comprida e ao sul, a Bacia do Córrego Guanandy, alvo deste estudo (SPOSITO, 2005).

A bacia hidrográfica do córrego Guanandy localiza-se na região sul do município de Aquidauana, entre as latitudes 20° 29' 11 s e 20° 24' 47 s e longitudes 55° 47' 09 W e 55° 43' 02 W (MANTOVANI et al, 2015) e apresenta uma área de aproximadamente 1.504,09 hectares (Figura 6) que abrange tanto a zona rural (a montante), quanto à zona urbana, a jusante (CUNHA; BACANI; SAKAMOTO, 2015).

Figura 6 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Guanandy



## 3.2 Caracterização da área

### 3.2.1 Hidrografia

O Estado abrange duas bacias hidrográficas, a do Paraná e a do Paraguai, cada qual com características próprias de relevo, clima e vegetação. Entre os principais rios que drenam o Estado encontram-se o Paraguai, o Paraná, o Paranaíba, o Miranda, o Aquidauana, o Taquari, o Negro, o Apa e o rio Correntes (MATO GROSSO DO SUL, 1997).

A Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM) é uma das formadoras da planície sedimentar do Pantanal, compreende duas sub-bacias de tamanho semelhante: a do Miranda, com 42,6% e a do Aquidauana, com 46,8%. Ambas as sub-bacias têm alta bacia nos planaltos (Serra da Bodoquena e de Maracaju) e seus leques aluviais na planície sedimentar no Pantanal (POTT; DAMASCENO-JUNIOR; SILVA, 2014, p.127).

A bacia do Rio Miranda envolve 23 municípios do Estado, entre eles a cidade de Aquidauana. A atividade econômica na região é predominantemente a

agropecuária e produção agrícola, com destaque para a cultura da soja, o arroz de sequeiro e irrigado e o milho. Atualmente, o turismo vem exercendo forte impacto econômico principalmente na porção sul desta sub-bacia.

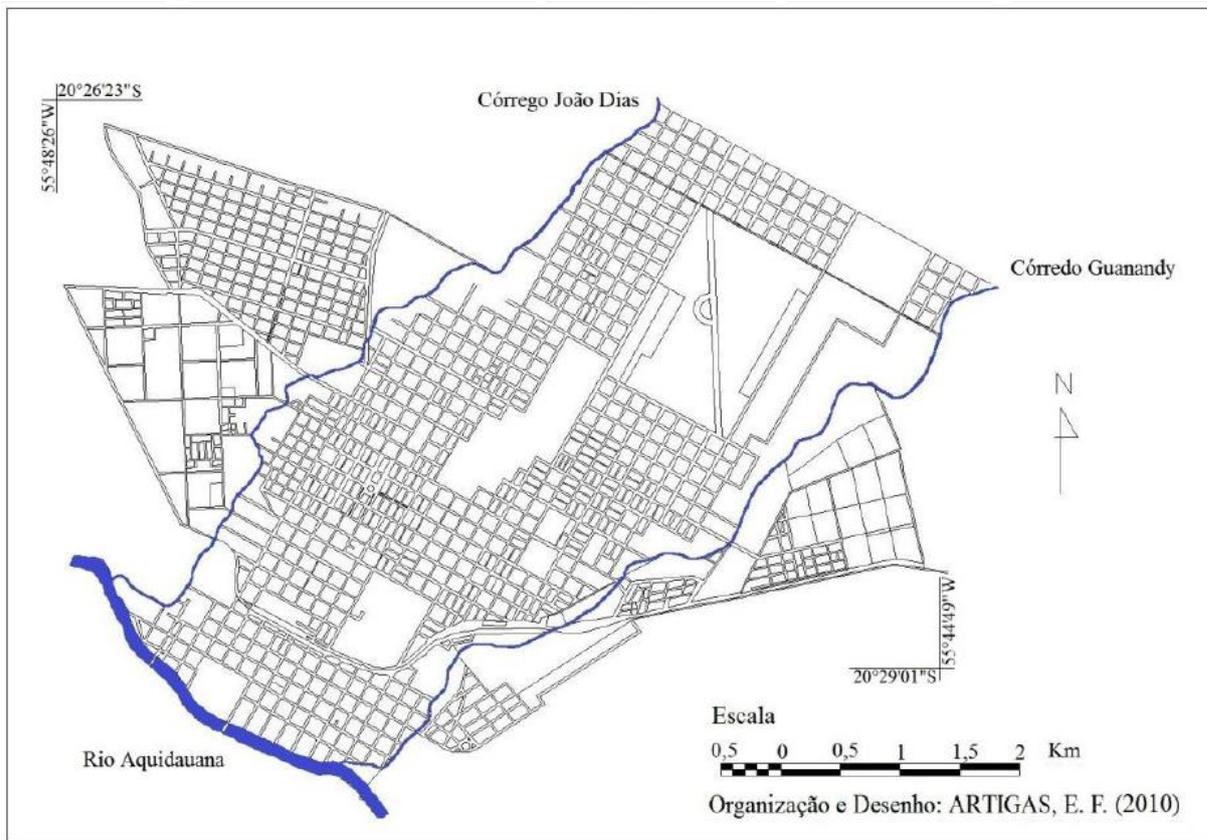
Já o município possui três rios principais: o Aquidauana, o Taboco e o Negro, pertencentes à bacia do Paraguai (FINA, 2009, p.07). Desde sua nascente até a confluência com o rio Miranda, região na Planície Pantaneira, o rio Aquidauana apresenta aproximadamente 640 km de extensão (FERNANDES, 2015, p.46).

O rio Aquidauana tem suas nascentes no Planalto de São Gabriel do Oeste, em torno de 700 m de altitude. O seu alto curso caracteriza-se por fluxo de alta energia (gradiente), em ambiente dominado por processos erosivos, denotando carga de sedimentos em suspensão elevada durante o ano, com destaque no período da cheia, que corresponde aos meses de janeiro a abril (CORDEIRO; FACINCANI, 2009). É navegável e percorre o vale entre as serras da Boa Sentença e Maracaju, banhando Aquidauana e os povoados de Baianópolis, Palmeiras, Piraputanga e Camisão. Parte significativa do rio encontra-se no Pantanal (MATO GROSSO DO SUL, 2011, p.224).

A rede de drenagem do córrego Guanandy é caracterizada por um curso hídrico de pequena extensão com leito principal de 6,6 km de comprimento. A nascente principal do córrego situa-se na porção Nordeste do município de Aquidauana, próximo ao morro testemunho (“Morrinho”) e a sua foz localiza-se na margem direita do rio Aquidauana, no local conhecido como Ilha dos Pescadores. Até a confluência com o rio Aquidauana, grande parte de sua drenagem encontra-se na área urbana do município. (SILVA NETO; SANTOS; GUIMARÃES, 2006 apud RAGALZI, 2013, p.11).

As bacias dos córregos Guanandy, João Dias e do rio Aquidauana (Figura 7), têm enfrentado o intenso processo de uso e ocupação e de assoreamento. Isso se torna um agravante para os períodos de maiores índices de precipitação, pois, com um volume maior de água e uma calha assoreada, mais rasa, o excedente hídrico tende a procurar espaço para se acomodar, ou seja, invade o leito maior, inundando regiões não pertencentes ao curso normal do rio e dos córregos (JOIA; ANUNCIAÇÃO, 2013, p.08).

Figura 7 – Malha urbana de Aquidauana em relação à rede hidrográfica



Fonte: ARTIGAS, 2011.

### 3.2.2 Clima

Segundo a Embrapa (2011, p.12), “o Estado de Mato Grosso do Sul está numa área de transição climática, sofrendo a atuação de diversas massas de ar, o que implica em contrastes térmicos acentuados, tanto espacial quanto temporalmente”.

O ciclo sazonal do município de Aquidauana se resume em duas estações bem definidas. A primeira estende-se de abril a setembro, período em que as temperaturas médias variam entre 20,7°C e 24,5°C; a segunda, de outubro a março, quando as temperaturas médias oscilam entre 25,8°C e 29,9°C, mantendo-se dentro dos padrões de amplitudes modestas, características das regiões intertropicais (SANT’ANNA NETO, 1989). Segundo Biondo (2004 p.06) “no verão, a sensação de desconforto térmico é muito maior, tanto de dia como nas noites, que são muito abafadas decorrentes da topografia local (Serra de Maracaju), que dificulta as correntes de ar”.

De acordo com Schiavo et al (2010, p.883), segundo Köppen, o clima pertence ao tipo Aw (tropical úmido), com precipitação pluvial média anual de 1.200 mm e temperaturas máximas e mínimas de 33 e 19 °C, respectivamente. São predominantes duas estações: uma chuvosa e outra seca. O período de maior precipitação inicia-se, no mês de outubro e vai prolongando até março, com maior pico nos meses de dezembro a janeiro.

A deficiência hídrica anual é aproximadamente 40mm e o excedente hídrico de 150mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100mm. O período de deficiência hídrica estende-se entre os meses de junho a setembro (EMBRAPA, 2011, p.12).

De acordo com Joia e Anunciação (2013, p.09),

A precipitação pluviométrica apresenta grande variabilidade. O maior volume resulta de processos de meso e macro escalas, particularmente de invasões da frente Polar Atlântica, pois a localização da cidade propicia-lhe ser um campo de alternância entre sistemas tropicais e polares. A sazonalidade das chuvas na região mostra maior concentração de precipitação acumulada nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, que representam o verão, podendo chegar a 49,2% da precipitação média anual. A época com os maiores índices de precipitações pluviométricas corresponde ao período primavera-verão, quando as temperaturas estão mais elevadas, ultrapassando a marca dos 30°C nos meses de fevereiro, março, outubro e dezembro.

### **3.2.3 Vegetação**

De acordo com Reis-Duarte e Galvão-Bueno (2006, p.33), o termo bioma é utilizado para indicar as unidades fundamentais que compõe os maiores sistemas ecológicos, assim, os biomas continentais brasileiros são Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. O estado de Mato Grosso do Sul é formado, basicamente, pelos biomas Cerrado e Pantanal. O bioma cerrado ocupa 61% do território do estado, apresentando diversas fitofisionomias típicas e com áreas de ecótono com o bioma do Pantanal, que ocupa cerca de 25% (IBGE, 2004).

Mendes et al. (2004, p.25) destaca que a Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, onde o município de Aquidauana se encontra inserido, apresenta diversas fisionomias. A área da bacia próxima às nascentes do Rio Miranda, na Serra de Maracaju, era recoberta por Savana Densa (Cerradão), pela vegetação original de Savana (Cerrado) ou por áreas de Tensão Ecológica (Contato Savana-Floresta Estacional), que recobriam as depressões de Miranda e Aquidauana-Bela Vista. Já nas áreas das

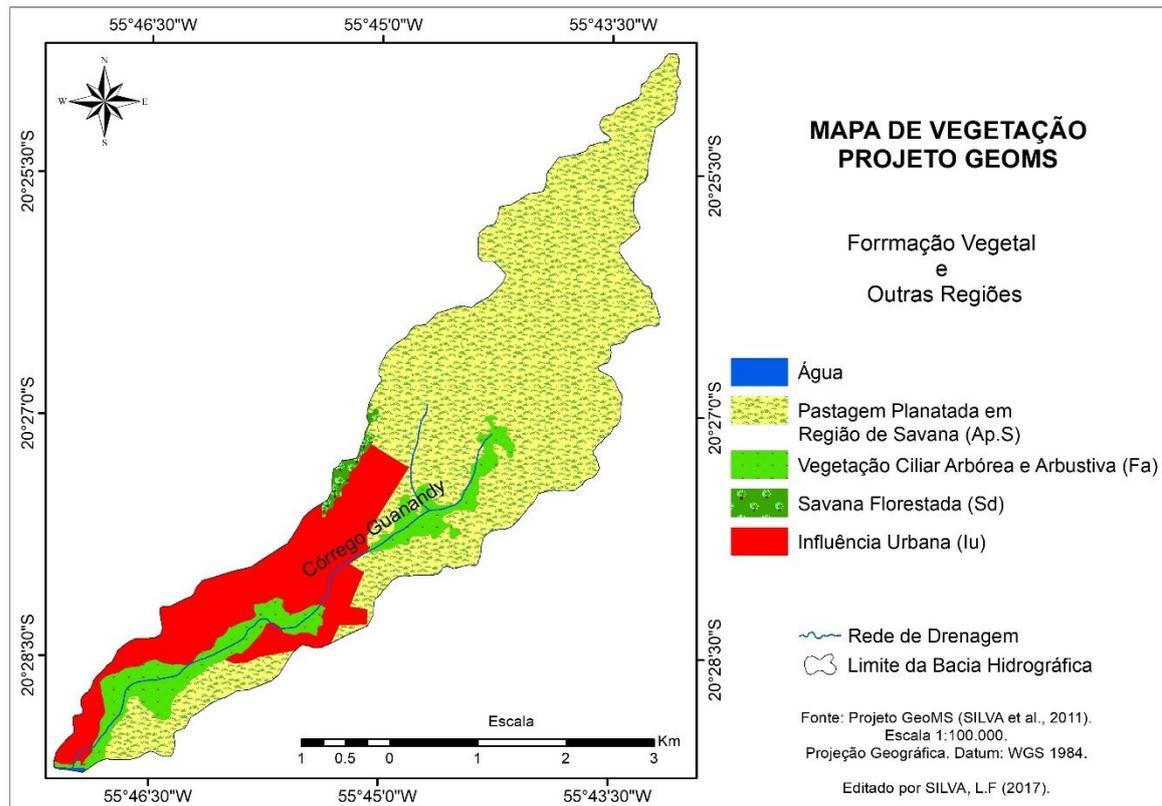
planícies pantaneiras, havia presença de Savana-Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo), que em sua maioria foi substituída por pastagens, com a instalação de gramíneas exóticas.

Na sub-bacia do Rio Miranda, pela presença de calcários, predominam solos argilosos, com mais florestas estacionais, comparada com a do Rio Aquidauana, com predomínio de arenito, e conseqüentemente com solos mais arenosos, e vegetação de Cerrado, embora também ocorram afloramentos de basalto e correspondentes solos argilosos, com floresta estacional (POTT; DAMASCENO-JUNIOR; SILVA, 2014, p.128). A vegetação da maior parte da alta bacia é de Cerrado, cujos remanescentes cobrem 15% da área, nas suas diversas fisionomias, com destaque para o cerradão. Na sub-bacia do Aquidauana ocorrem veredas com buriti (*Mauritia flexuosa*), de grande importância para os recursos hídricos, como reguladores dos cursos d'água, floresta de galeria de cerrado e faixas de campos úmidos gramíneos e arbustivos, geralmente com gado (POTT; DAMASCENO-JUNIOR; SILVA, 2014, p.130).

A flora natural na margem direita do rio Aquidauana e córregos, sobretudo no núcleo urbano, seriam de fitofisionomias de Floresta Estacional Decidual Aluvial, apresentando encraves de vegetação típica de ambiente paludoso em parte da área (Pirizal), e a pertencente ao subgrupo das savanas arbóreas abertas (Sa) encontrada em pelo menos 100m do canal como estabelece a legislação vigente, novo Código Florestal, Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) para área destinada a APP. Porém observa-se que, pelo fato da área ter sofrido uma intensa interferência antrópica, a margem do rio e dos córregos encontram-se desbarrancadas por conta da extração e alteração da vegetação (FERNANDES; ANUNCIAÇÃO, 2014).

Na bacia do córrego Guanandy destaca-se a presença da agropecuária (BRASIL, 1982), predominando assim a pastagem na região de vegetação original de Savana (Cerrado). A vegetação ciliar apresenta uma variação arbustivo-arbórea adaptada aos cursos d'água, ocupando diferentes ambientes ao longo das margens do córrego. A vegetação aluvial também se estabelece em solos com lençol freático alto e podem estar sujeitas ou não a inundações periódicas. Próxima à região das nascentes do córrego existem algumas áreas de Savana Florestada (Cerradão), que de acordo com a classificação da Embrapa, é constituída por vegetação herbácea, intercalada por plantas lenhosas de pequeno porte, típica de clima estacional e que reveste solos lixiviados aluminizados. (Figura 8).

Figura 8 – Mapa de vegetação da bacia do córrego Guanandy



Correa (2013) realizou um estudo florístico ao longo do córrego Guanandy entre abril e novembro de 2012. Neste trabalho, foram delimitados quatro pontos de coleta, dois na área rural e dois na área urbana, a fim de se verificar a influência das atividades antrópicas na composição florística. Os pontos na área rural correspondem à nascente (que, apesar da presença de gado, pode ser considerado um local relativamente preservado, com ocorrência de vegetação nativa de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, e há também presença de espécies frutíferas e construções próximas) e um segundo ponto um pouco mais degradado, também com presença de gado, pastagem e uso mais intenso do córrego. Os outros pontos se encontram na área urbana e estão bastante modificados, com plantio na beira do córrego e despejo de esgoto *in natura* em vários pontos. Neste levantamento foram registradas 66 espécies pertencentes a 59 gêneros e 32 famílias (Quadro 1).

Percebe-se ainda a presença de plantas invasoras e de pastagem introduzida, além de algumas espécies herbáceas e trepadeiras, que são indicadores de áreas degradadas. A menor diversidade na área urbana já era esperada, visto que a degradação do ambiente ao longo do córrego vem se intensificando.

Ao longo da bacia, principalmente no médio e baixo curso, observa-se a presença da palmeira bocaiúva (*Acrocomia aculeata*), que é um bom indicador de água subterrânea (SILVA NETO, 2005, p.07). A palmeira bocaiúva não ocorre em regiões de geadas, áreas permanentemente alagadiças, áreas litorâneas, áreas montanhosas, clima excessivamente árido e precipitação inferior a 1000mm (SILVA, 2007 apud CARVALHO; SOUZA; MACHADO, 2011, p.13).

Quadro 1 – Lista das principais espécies nativas existente no córrego Guanandy, Aquidauana/MS.

Família	Espécie	Presença		Nome popular
		Rural	Urbana	
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i>	x		Gonçalo-alves
Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	x		Ata-brava, ata-de-lobo
	<i>Xylopiia aromatica</i>	x		Pimenta de macaco
Arecaceae	<i>Acrocomia (aculeata)</i>	x		Bocaiúva
Asteraceae	<i>Cetratherum punctatum</i> Cass.	x		Perpétua-roxa-do-mato
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.	x		Erva-grossa; pé-de-elefante
	<i>Elephantopus angustifolius</i>	x		Língua-de-vaca
	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L) H. Rob.	x		Assa-peixe
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea sp</i>		x	Carajuru, Pariri
	<i>Tabebuia sp</i>	x		Ipê
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i>	x		Louro
Bromeliaceae	<i>Bromelia balansae</i>			Caraguatá
Cecropiaceae	<i>Cecropia sp</i>	x	x	Embaúba
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>		x	Trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomea sp</i>	x		Ipoméia
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	x		Lixeira
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum sp</i>	x		Pimentinha do mato
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>		x	Mamona
	<i>Sapium sp</i>	x	x	Leiteiro
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	x		Morcegueiro; sucupira-da-várzea
	<i>Desmodium affine</i>	x		Pega-pega
	<i>Indigofera hirsuta</i>	x		Anileira do pasto
	<i>Indigofera suffruticosa</i>	x		Anil-do-campo; anileiro
	<i>Inga laurina</i>	x		Ingá
	<i>Macroptilyum atropurpureum</i>		x	Siratiro
	<i>Mimosa pudica</i>	x	x	Dorme-dorme
	<i>Senna alata</i>		x	Fedegoso gigante; mata-pasto
Lamiaceae	<i>Hyptis mutabilis</i>	x		Cheirosa
Malvaceae	<i>Triumfetta sp</i>	x		Carrapicho
	<i>Hibiscus sp</i>	x		Hibisco
	<i>Urena lobata</i>	x		Malva-roxa
	<i>Waltheria indica</i>		x	Douradinha

Família	Espécie	Presença		Nome popular
		Rural	Urbana	
Melastomataceae	<i>Clidemia biserrata</i>	x		Pixirica branca
	<i>Desmocelis villosa</i>	x		
	<i>Miconia chamissois</i>	x		Pixirica
	<i>Pterolepis glomerata</i>	x		
	<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	x		Erva-vermelha
Meliaceae	<i>Guarea guidonea</i>	x		Marinheiro
	<i>Trichilia pallida</i>	x		Cafezinho
Mimosaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>		x	Unha-de-gato
Myrtaceae	<i>Syzygium sp</i>			Jambolão
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>		x	Apuí
Ochnaceae	<i>Sauvagesia racemosa</i>	x		
Onagraceae	<i>Ludwigia lagunae</i>	x		
	<i>Ludwigia nervosa</i>	x		
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	x		Cruz-de-malta
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	x		Azedinha
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	x		Capim-gordura
	<i>Melinis repens</i>	x		Capim-bandeira
	<i>Schizachyrium microstachyum</i>	x		Capim-rabo-de-burro
Polygalaceae	<i>Polygala sp</i>	x		Polígala
	<i>Coccoloba sp</i>	x	x	
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	x		Saraguaji-amarelo
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i>	x		Marmelo-do-cerrado
	<i>Chomelia pohliana</i>	x		Mentolzinho
	<i>Genipa americana</i>	x		Jenipapo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	x		Maminha
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	x		Mamica-de-porca
Solanaceae	<i>Cestrum sp (limum)</i>		x	Dama-da-noite
	<i>Solanum (guorum)</i>		x	Tomateiro
	<i>Solanum paniculatum</i>		x	Jurubeba
Smilacaceae	<i>Smilax sp</i>		x	Salsaparrilha
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	x		Mutamba
Ulmaceae	<i>Celtis sp</i>		x	
Verbenaceae	<i>Lantana sp</i>			Cambará
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	x		Gervão
	<i>Vitex cymosa</i>	x		Tarumã-da-várzea

Fonte: Adaptado de CORREA (2013)

As nascentes possuem uma relação direta com a cobertura vegetal. A supressão da vegetação nas áreas próximas das nascentes e nas margens dos rios provoca alterações adversas no comportamento dessas ocorrências, pois a vegetação é fundamental para a recarga do aquífero freático. A retirada da vegetação nessas áreas pode determinar o desaparecimento de uma nascente, pois as condições de infiltração são reduzidas e aumentadas o escoamento superficial, conseqüentemente, há o assoreamento no canal de drenagem e a diminuição da contribuição do fluxo de base no corpo de água superficial (PEREIRA et al, 2002, p.149).

### 3.2.4 Geologia e Geomorfologia

O arcabouço geológico de Mato Grosso do Sul está constituído por três unidades geotectônicas distintas: Plataforma (Craton) Amazônica, Cinturão Metamórfico Paraguai-Araguaia e Bacia Sedimentar do Paraná. Sobre essas unidades geotectônicas são visualizados dois conjuntos estruturais, sendo o primeiro referente às estruturas localizadas em estruturas pré-cambrianas, e o segundo disposto em terrenos fanerozóicos (MENDES et al., 2004, p.20).

Segundo Mendes et al. (2004, p.20), o rio Miranda se insere na Unidade geotectônica Cinturão Metamórfico Paraguai-Araguaia, sobre estruturas pré-cambrianas do conjunto mais antigo dessas estruturas. Ainda segundo os autores, o relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda é marcado por contrastes significativos entre as terras baixas e periodicamente inundáveis da planície do Pantanal mato-grossense e as terras do entorno, não inundáveis, individualizadas pelos planaltos, serras e depressões.

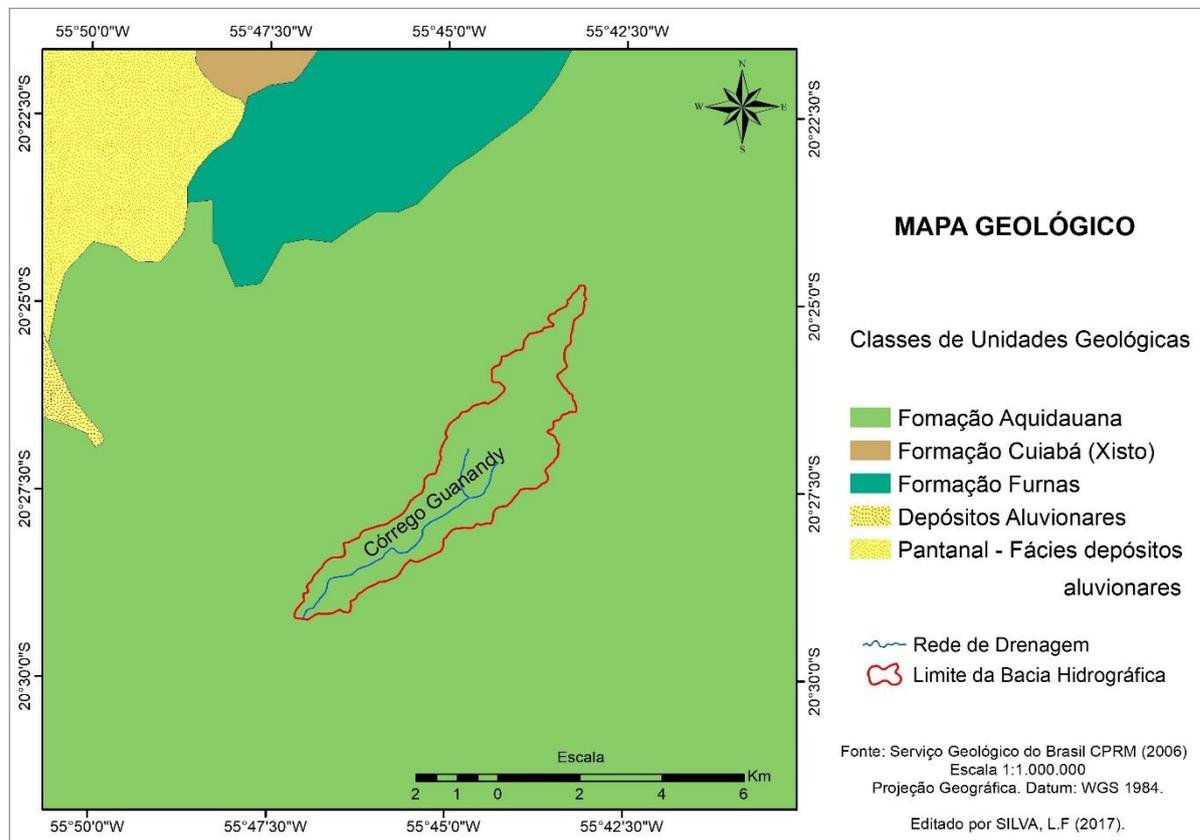
A cidade de Aquidauana está localizada em uma macro unidade morfoestrutural, denominada Bacia do Paraná e está na borda ocidental, estabelecidas em uma área entre o Planalto de Maracaju-Campo Grande e a Planície Pantaneira. Na Unidade Morfoescultural da Depressão do Rio Paraguai, essa área compreende uma vasta superfície rebaixada, que se estende por toda parte centro-ocidental. Limita-se a Leste com as frentes de cuevas e os relevos dissecados da borda Planalto de Maracaju-Campo Grande. A Oeste e a Sudoeste unem-se às Planície e Pantanal Mato-Grossenses (BRASIL, 1982).

Segundo Mato Grosso do Sul (2011, p. 233):

A geologia do município de Aquidauana apresenta rochas do período Pré-Cambriano, Grupo Cuiabá; do período Carbonífero, Super Grupo Tubarão, Grupo Itararé (Formação Aquidauana, sequência de origem continental com intensa variação faciológica, constituída predominantemente por sedimentos arenosos de coloração vermelho-arroxeadas). Período Jurássico, Grupo São Bento (Formação Botucatu, arenitos róseos e avermelhados, finos e muito finos, bem selecionados, eólicos, com estratificações cruzadas de pequeno e grande porte, comumente silicificados); Período Quaternário Pleistoceno (Formação Pantanal, depósitos fluviais e lacustres em áreas periodicamente inundáveis e/ou sujeitas a inundações ocasionais. Apresentam diferenciações pedológicas ocasionadas, principalmente, por oscilações do lençol freático); depósitos Detríticos, sedimentos conglomeráticos e areno-siltosos parcial ou totalmente laterizados e Rochas do período Cambriano-Ordoviciano, Arenito Taboco.

A cidade de Aquidauana está localizada em área de influência dos Depósitos Detríticos (Qd), Cenozoicos/Quaternários, sobrepostos à Formação Aquidauana (PCa) de idade permocarbonífero, constituída por arenitos, diamictitos, conglomerados e folhelhos, de origem glacial e flúvio-glacial (BRASIL, 1982). Da mesma forma, a bacia do córrego Guanandy se encontra inserida nessa Formação (Figura 9). A litologia da Formação Aquidauana é caracterizada pela natureza detrítica de seus sedimentos, essencialmente arenosos e feldspáticos e de coloração predominantemente avermelhada (CPRM, 2001, p. 32).

Figura 9 – Mapa geológico da região da bacia do córrego Guanandy

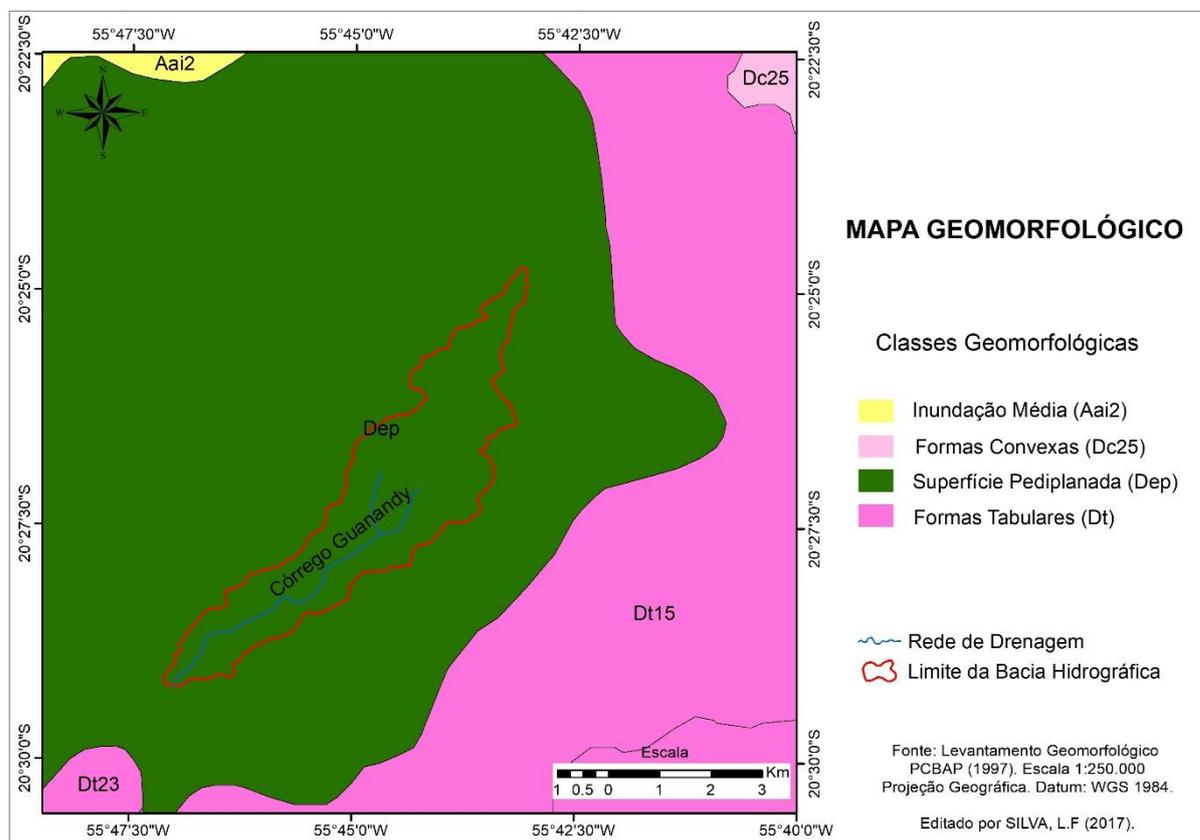


Segundo Sposito (2002, p.10) através de dados levantados em 2001 nos arquivos da empresa campo-grandense Hidrosul, especializada na perfuração de poços e estudos geológicos, a maior profundidade atingida em perfuração de poços no município de Aquidauana foi de 200 m e também, não foi encontrada nenhuma outra formação geológica a não ser a Formação Aquidauana até a profundidade de 280 m.

Com relação à bacia do rio Aquidauana, de acordo com Cordeiro e Facincani (2009), o canal fluvial do rio Aquidauana está inserido em dois grandes compartimentos geológicos e geomorfológicos distintos: Planalto Maracaju-Campo Grande e Planície do Pantanal. No planalto, o rio corta sedimentos paleozóicos e mesozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná e é predominantemente erosivo e tributário. Na planície o rio Aquidauana é deposicional e atravessa dois compartimentos, o vale entrincheirado e a planície de deposição atual, apresentando padrão distributário, dando origem aos grandes sistemas deposicionais da porção sudeste do Pantanal.

A bacia do córrego Guanandy está localizada em uma superfície pediplanada (Figura 10). De acordo com Ross (1991), a teoria da pediplanação se baseia no princípio da atividade erosiva desencadeada por processos de ambientes áridos e semiáridos com a participação dos efeitos tectônicos, elaborados ao longo do tempo em diferentes níveis. Segundo Caseti (2005), “se a drenagem foi organizada a partir de uma fase climática úmida, como na maior parte dos exemplos clássicos brasileiros, e efeitos epirogenéticos positivos contribuíram para o entalhamento dos talvegues.”

Figura 10 – Mapa geomorfológico da região da bacia do córrego Guanandy

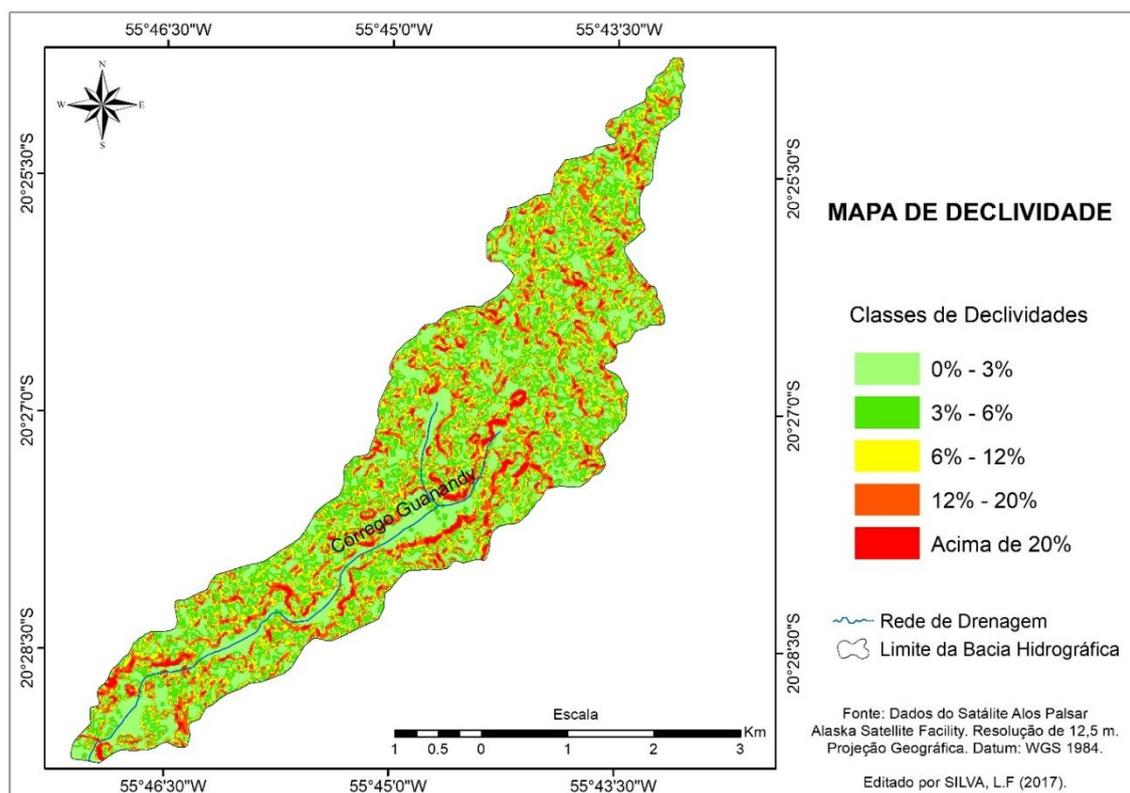


Com relação à topografia, a região de Aquidauana apresenta:

Modelado Plano - P, relevo plano, geralmente elaborado por várias fases de retomada erosiva. Modelado de Dissecação - D, relevo elaborado pela ação fluvial, apresentando topos colinosos, tabulares ou aguçados, definidos pela combinação das variáveis densidade da drenagem e declividade das vertentes. Modelado de Acumulação de Inundação - Ai, área plana ou embaciada, zonal, argilosa e/ou arenosa, sujeita a inundações periódicas. Modelado de Acumulação fluvial - Af, área plana semelhante de acumulação fluvial, sujeita a inundação periódica. Modelado de Acumulação Fluvioacustre - Afl, área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre (MATO GROSSO DO SUL, 2011, p.224).

De acordo com a Figura 11, a bacia hidrográfica do Córrego Guanandy, tem cerca de 28,12% do seu relevo plano ou suave ondulado (0-3%), 31,13% da área com fraca declividade (até 6%), cerca de 20,12% da área com declividade de até 12%, 15,98% da área com declividade entre 12 a 20% e apenas 4,65% da área total com declividade acima de 20%. Segundo Padilha (2008, p. 47) as classes de declividade apresentam-se como um ótimo indicativo dos processos erosivos existentes em uma bacia hidrográfica, bem como os riscos que a compreendem (deslizamentos, inundações e alagamentos).

Figura 11 – Mapa de classes de declividade da bacia do córrego Guanandy



Como a bacia hidrográfica do Córrego Guanandy tem seu relevo plano a suavemente ondulado, sofre com o mesmo problema que as outras bacias urbanas da cidade de Aquidauana, pois possui as mesmas características de relevo e também tem alta tendência a enchente. Praticamente todas as áreas em volta da bacia estão loteadas e muitos destes lotes já estão sendo construídos. De acordo com Kriesel (2015, p.40) como o relevo da bacia do córrego Guanandy não é muito elevado nas nascentes, a água escorre para a foz e não tendo nenhum obstáculo no trajeto, saturará rapidamente as áreas mais baixas da bacia, não somente nas proximidades da foz, mas, também na área central da bacia onde existe uma bifurcação. Com a água escoando de duas nascentes que se concentram em um mesmo local, ocorrerá saturação do lençol freático, favorecendo assim o risco de inundações.

### **3.2.5 Solos**

A formação Aquidauana, datada do período Carbonífero Superior, compreende arenitos e sedimentos de natureza feldspática, com granulometria variável, de fina a grosseira, de coloração variada: desde avermelhadas, cinza arroxeadas até esbranquiçadas (SPOSITO, 2002; SCHIAVO et al., 2010). Também predominam arenitos finos e siltitos argilosos marrom-tijolo avermelhados em todos os níveis. No nível inferior com arenitos finos e lentes de diamictitos de matriz síltico-arenoso e presença de argilitos estratificados; no nível médio com arenitos finos e siltitos argilosos marrom-avermelhados e, localmente, níveis e/ou lentes diamictitos e no nível superior com arenitos finos, siltitos e argilitos marrom-avermelhados, estratificados e arenitos médios com estratos cruzados de pequena e média amplitude (BRASIL, 1982).

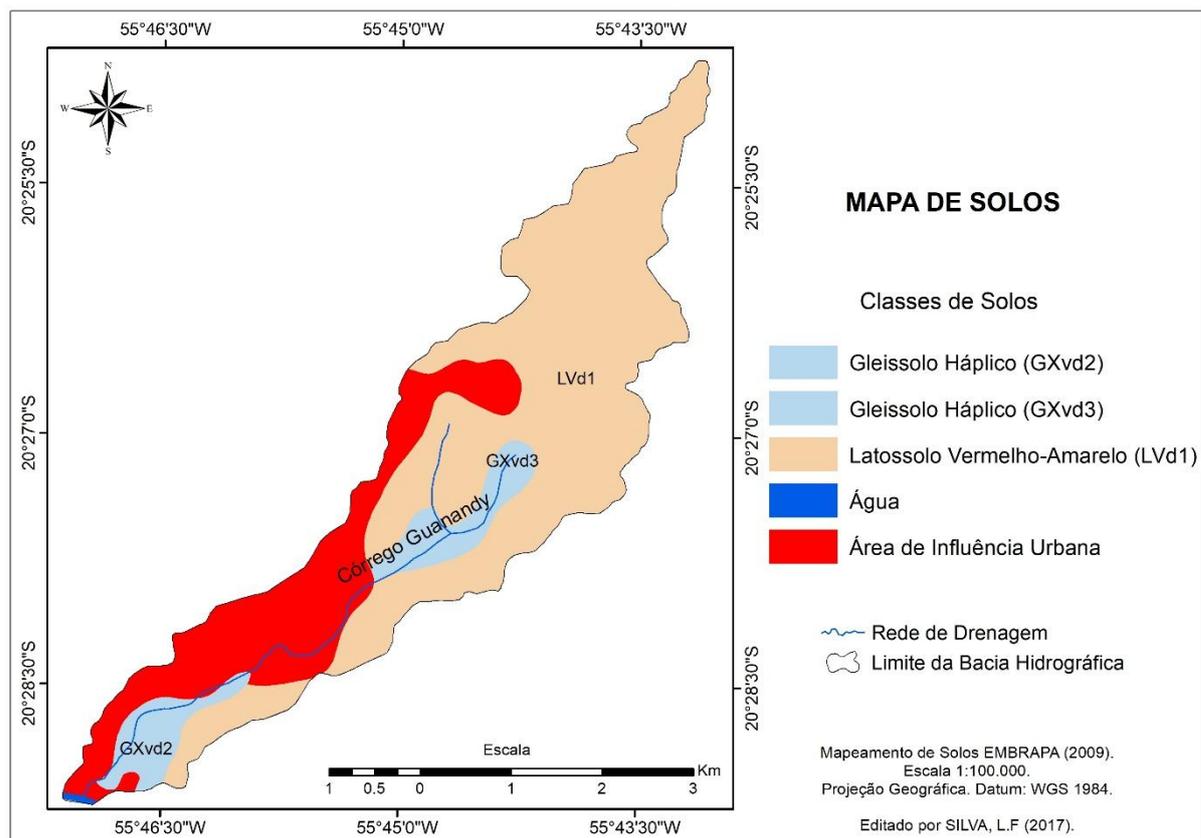
Na cidade de Aquidauana, a pedologia apresenta solos com características químicas típicas de ambiente tropical e subtropical. O município não possui solo predominante, como é o caso restante do Mato Grosso do Sul, onde predomina o latossolo vermelho-escuro. Aquidauana aloja uma complexidade de solos, em especial em sua porção Sul, predominando o classificado como Podzólico Vermelho – amarelo distrófico, ou seja, solos minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos, bem drenados e, em alguns casos com drenagem moderada; possuem argilas de baixa atividade (textura arenosa/média e média/argilosa no horizonte A e argilosa no B) e relevo plano a suavemente ondulado; com erosão não aparente e ligeira. Portanto funcionam como excelentes armazenadores de água,

desempenhando um efeito “esponja”, contudo, extremamente susceptíveis à contaminação (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

De acordo com o Atlas Multirreferencial, quanto à fertilidade, variam bastante, com argila de atividade alta e baixa, abruptos ou não, com textura dominante arenosa/média e média/argilosa, apresentando-se em relevo também variável, erosão não aparente e ligeira, formados principalmente, pela decomposição de arenito e siltitos, ocorrendo sob vegetação de Floresta e Savana (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

O tipo de solo predominante na bacia do córrego Guanandy, segundo adaptação da nomenclatura de classificação proposta pela EMBRAPA (2006), é o Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 12).

Figura 12 – Classes de solos da bacia do córrego Guanandy



De acordo com Duarte e Casagrande (2006, p. 63), os Latossolos são solos bem drenados, profundos, com cores indo do vermelho escuro ao amarelo. A fração argila é composta principalmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, caracterizando-os como solos altamente intemperizados. Em sua maioria são

distróficos (pois a porcentagem de saturação por bases, geralmente é inferior a 50%), são fortes a medianamente ácidos e têm baixos valores de capacidade de troca de cátions. O teor de fósforo disponível é muito baixo, demonstrando elevada capacidade de adsorção pelos óxidos de ferro e alumínio. Apresentam baixos teores de enxofre e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Em geral, ocorrem em relevo suave ou ondulado e são solos com grandes problemas de fertilidade, porém podem apresentar boa produtividade agrícola e pecuária, desde que sejam utilizados com o manejo adequado (OLIVEIRA et al, 2012, p.19).

Na região das nascentes e da foz existe a presença de Gleissolo Háplico (cerca de 10,39% da área total). Os Gleissolos são solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento. Apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo, podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e tem nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso. Ocorrem em praticamente todas as regiões brasileiras, ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos (IBGE, 2015). São solos mal ou muito mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil. Como ocorrem em áreas próximas às drenagens, normalmente recebem materiais de áreas mais altas. Podem apresentar argilas de atividade alta ou baixa, ser pobres ou ricos em bases ou com teores altos de alumínio. A maior dificuldade para o manejo desses solos é a presença do lençol freático elevado, raramente apresentando fertilidade alta (DUARTE; CASAGRANDE, 2006, p.64).

### **3.2.6 Uso da terra e cobertura vegetal**

A importância de se conhecer as formas de uso da terra ocorrentes na região de interesse, o seu monitoramento e o registro das informações permitem a avaliação das potencialidades futuras e dos impactos produzidos por estes usos. Assim, é possível se obter informações básicas para o manejo dos recursos naturais, de forma a minimizar os impactos, sem acarretar em prejuízos econômico e/ou social (PADILHA, 2008).

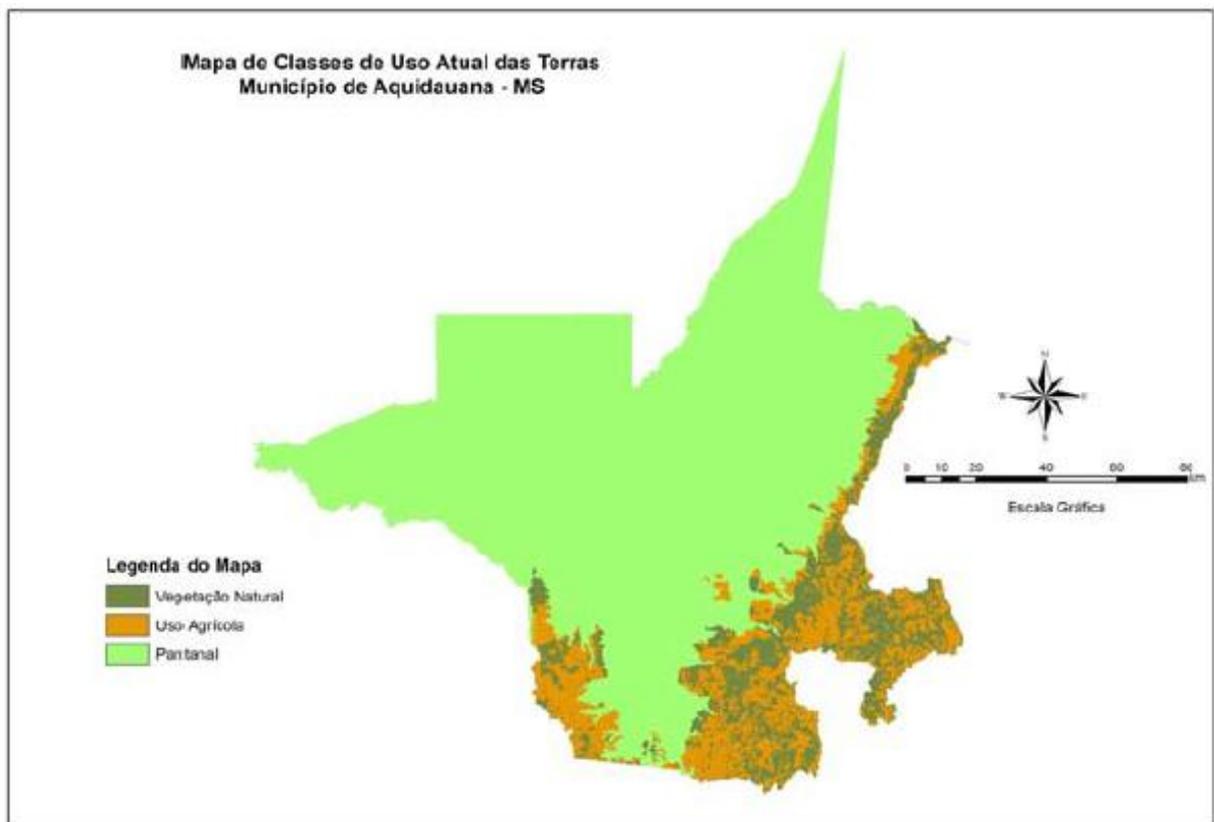
De acordo com Carvalho (2007, p.14), “a prática de atividades rurais sem o emprego de técnicas conservacionistas de uso, ocupação e manejo do solo vem provocando crescentes, desastrosos e irreversíveis desequilíbrios ambientais”.

Segundo Silva Neto (2005, p.27), quando se faz uma abordagem sistêmica, é preciso levar-se em consideração que o uso que se faz do solo em uma determinada área, como por exemplo, a de uma bacia hidrográfica, tem repercussões fora dessa área. Nesse sentido, a legislação urbana sobre zoneamento tem por finalidade reduzir a liberdade de uso concedido ao proprietário, e mesmo com essas medidas não são suprimidos os usos inadequados do solo.

Segundo a Embrapa (2011, p.24), em função das características de utilização das terras do município de Aquidauana, onde predomina a pecuária extensiva são consideradas principalmente duas classes de uso e cobertura vegetal, que são a vegetação natural, que engloba áreas com vegetação primária e vegetação secundária em vários estágios e de diferentes tipos e as pastagens, áreas de agricultura e solo exposto (Figura 13).

O uso e ocupação do solo tanto em áreas rurais quanto urbanas vem ao longo dos tempos impactando profundamente na rede de drenagem, por esse motivo uma das finalidades da legislação ambiental é a proteção das áreas de nascente (PEREIRA et al, 2002, p.149).

Figura 13 – Mapa de uso e cobertura vegetal do município de Aquidauana, MS



Fonte: Embrapa, 2011

Segundo o mapa de uso e ocupação da terra da bacia do córrego Guanandy (Figura 14), a área de pastagem ocupa o correspondente a 68,49% da área total da bacia, ocorrendo principalmente ao longo das margens do córrego e nas proximidades das nascentes e na área da Lagoa dos Bobos. Esse mapeamento permitiu a obtenção de cinco classes temáticas, conforme a tabela 3.

Figura 14 - Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do córrego Guanandy

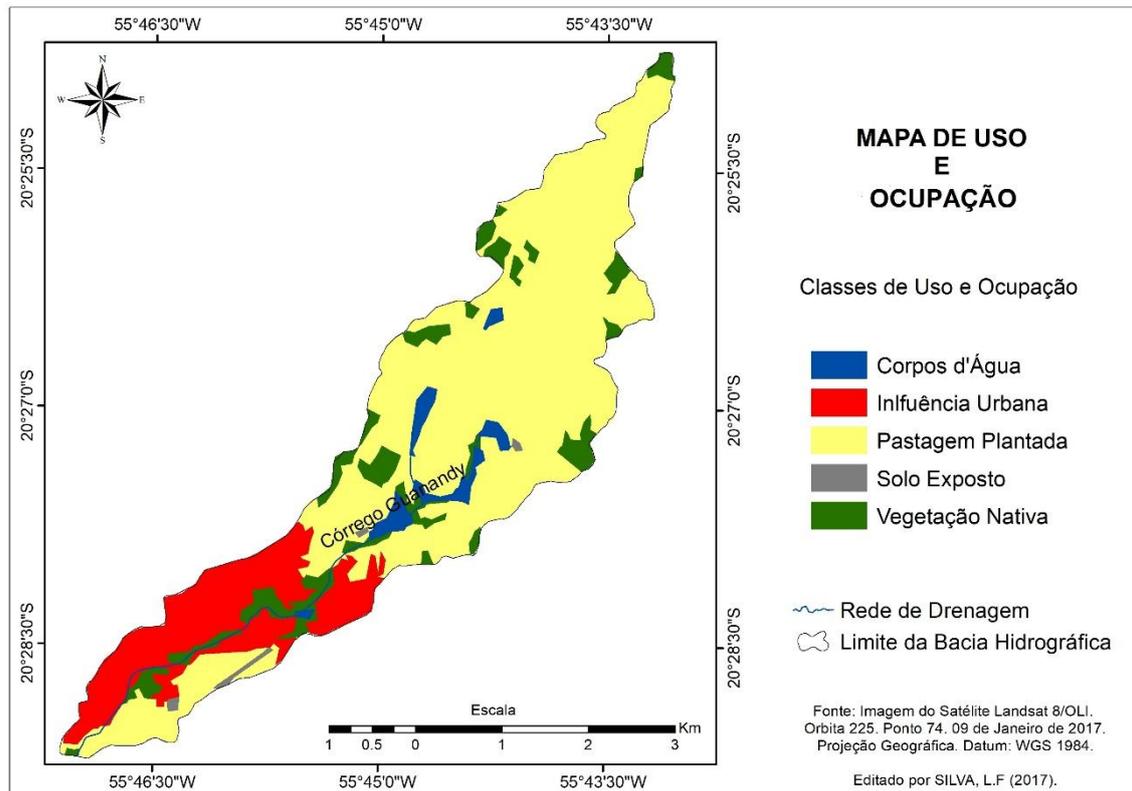


Tabela 3 – Quantificação do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do córrego Guanandy em 2017

Classe temática	Área (ha)	Área (%)
Vegetação nativa	152,74	10,16
Pastagem	1.030,08	68,49
Solo exposto	8,21	0,55
Área urbana	265,02	17,61
Corpos d'água	48,04	3,19
Total	1.504,09	100

Segundo Cunha, Bacani e Sakamoto (2015, p.70), a vegetação que se desenvolve é predominantemente de gramíneas do tipo *Brachiaria*, cujo predomínio se justifica por causa do avanço da pastagem e a falta de mata ciliar nas margens do

canal. A introdução dessa pastagem ocorre ao longo das margens do córrego e principalmente nas proximidades das nascentes. Os autores ressaltam que essas áreas deveriam ser ocupadas por formações vegetais nativas (mata ciliar e/ou mata de galeria), que segundo o Código Florestal Brasileiro é associada como Área de Preservação Permanente (APP) esta atua como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração. A sua ausência ao longo das margens aumenta a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimento, favorece processos erosivos nas margens e assoreamento do leito.

Também apresenta áreas de mata intactas ou pouco atingidas pela ação antrópica, que correspondem a 10,16% do total da bacia, sempre associada com a presença de pastagem. Existem ainda fragmentos de mata localizados na fazenda Guanandy, no baixo curso do córrego, onde encontram-se associados com áreas úmidas. Existem também áreas de reflorestamento, localizadas na área da Usina COIMOR, a mesma que trabalha com reflorestamento de madeira e tratamento de dormentes (CUNHA; BACANI; SAKAMOTO, 2015, p.71).

Os corpos d'água e áreas úmidas abrangem 3,19% da área total. Localizam-se nas proximidades das nascentes, caracterizadas pela presença de duas lagoas, com destaque para a maior, conhecida popularmente como "Lagoa dos Bobos". As áreas úmidas apresentam-se ao longo das margens do córrego Guanandy, em sua maioria está associada planície de inundação (CUNHA; BACANI; SAKAMOTO, 2015).

Já as áreas de solo exposto correspondem a 0,55% e são áreas bem distribuídas principalmente na área urbana, apresentando-se ao longo das ruas (zona urbana) não pavimentadas, estradas (zona rural) e em algumas áreas de propriedades rurais. A área urbana (17,61%) corresponde a diversos conjuntos habitacionais que estão total ou parcialmente inseridos na bacia do córrego Guanandy. De acordo com Dias (2008), no baixo curso em sua margem direita, está o loteamento do bairro Guanandy e na margem esquerda, o loteamento do Jardim Icaraí. No médio curso, a bacia é ocupada pelos bairros da Serraria e Santa Terezinha. Na margem esquerda localiza-se a Vila Quarenta, com residências, chácaras e algumas áreas de agricultura de subsistência. O médio curso ainda é ocupado pelo Jardim São Francisco I, II e III, com predomínio de pastagem nas margens e também na área da fazenda Guanandy. No alto curso existem algumas manchas de vegetação natural, mas há predomínio de pastagem na área de expansão urbana e Colônia XV de Agosto (DIAS, 2008, p.28).

Ainda segundo a autora, o processo de expansão urbana do córrego ocasionou diversas mudanças na bacia, principalmente em virtude da retirada da vegetação para construções de residências sem saneamento nem infraestrutura adequados, impermeabilização do solo e lançamento de esgoto e dejetos lançados diretamente no canal do córrego, interferindo em sua dinâmica.

Algumas áreas no médio e baixo curso (margem direita e/ou esquerda) estão ocupadas por construções irregulares, precisamente na vila Quarenta e bairro Guanandy, não obedecendo ao Código Florestal Brasileiro que considera Área de Preservação Permanente (APP) as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura (CUNHA; BACANI; SAKAMOTO, 2015, p.71).

A fragmentação florestal é um processo natural, porém tem se intensificado pela ação humana, de forma que o uso e a ocupação desorganizada pelas atividades antrópicas resultam em processos de perda e fragmentação de habitats, o que altera processos biológicos e fragiliza ecossistemas, resultando na perda de biodiversidade (REZENDE; PRADO FILHO; SOBREIRA, 2011). Assim, a bacia do córrego Guanandy vem sofrendo as consequências da falta de planejamento, em função principalmente do uso e ocupação da terra.

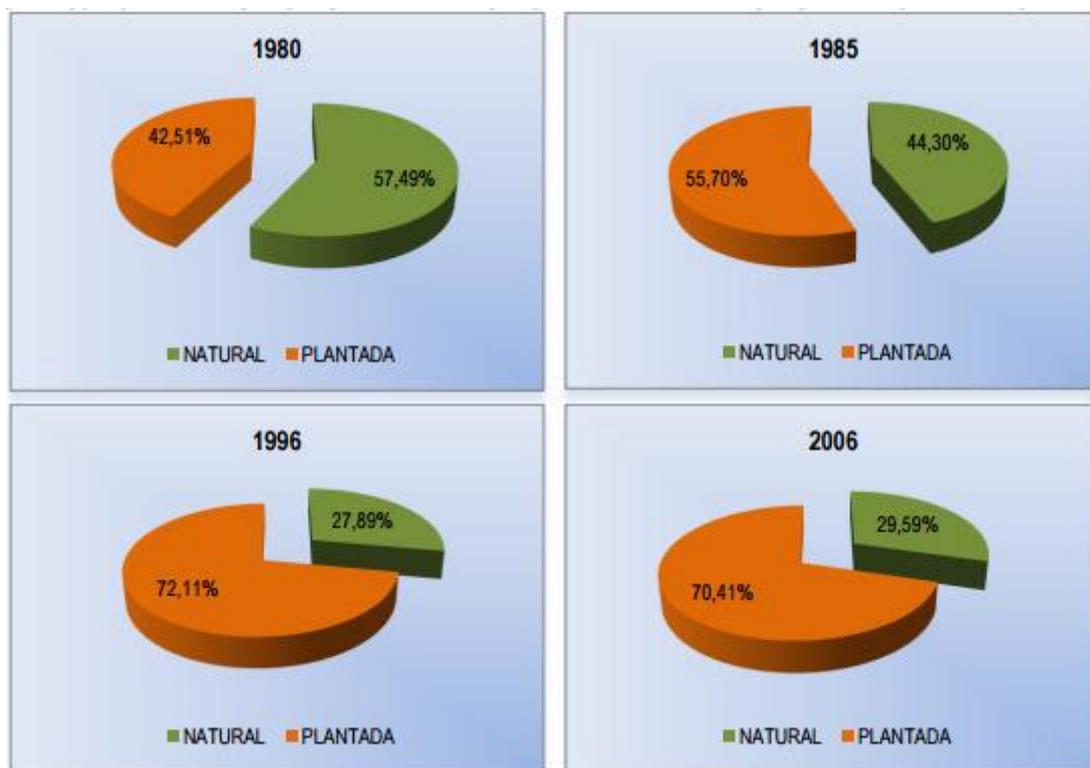
### **3.3 Caracterização socioeconômica e estrutura fundiária**

A partir dos anos de 1970, começaram as migrações da região Sul do Brasil para uma fronteira agrícola em expansão que despontava no Centro-Oeste, que apresentava uma topografia própria para a agricultura: campos limpos, planos, sem necessidade de desmatamento e clima ameno. Tudo isso só foi possível graças ao incentivo dos governos militares que, através de uma política agrícola, subsidiavam a aquisição de insumos, máquinas e equipamentos poupadores de mão-de-obra (TRINDADE, 2009, p.29).

A introdução de tecnologias de mecanização e correção do solo na década de 70 criou condições favoráveis para a modernização da atividade pecuária, principalmente através da expansão de áreas com pastagens plantadas, que evoluiu a uma taxa de 3,5% ao ano. De acordo com a Figura 15, em 1980, apenas 42,5% das pastagens existentes nos campos de Mato Grosso do Sul eram plantadas e 57,5% eram nativas. Em 1996 as áreas com pastagem natural representavam 38,7%, contra

72,1% mecanizados, considerando o Pantanal e as regiões do planalto. No entanto, os números do Censo Agropecuário de 2006 do IBGE, apontam uma redução de 893.352 hectares de áreas ocupadas com pastagem plantada no Mato Grosso do Sul. A mesma pesquisa mostra que houve no mesmo período uma expansão de aproximadamente 550 mil hectares com lavouras permanentes e temporárias, além da ampliação em 300,7 mil hectares de terras em áreas com florestas naturais e pastagens naturais (MATO GROSSO DO SUL, 2015, p.67).

Figura 15 – Dinâmica espacial entre pastagem plantada e pastagem natural em MS entre os anos de 1980 e 2006.

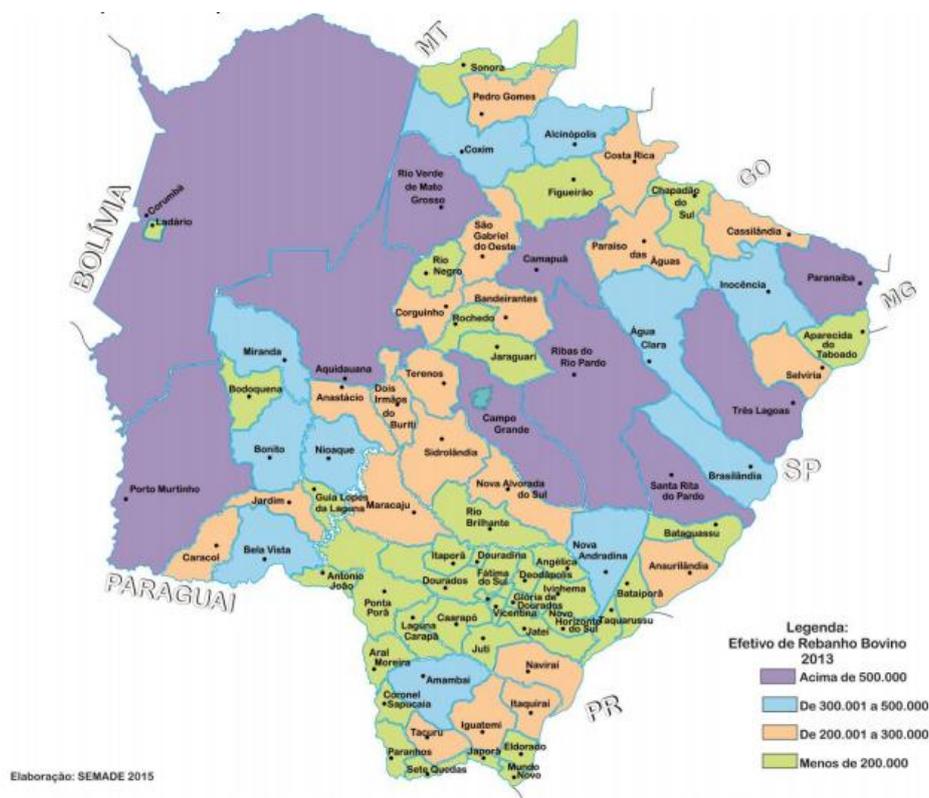


Fonte: Censo Agropecuário IBGE, (2006)

De acordo com o SEBRAE (2017), a pecuária é tradição na planície do Pantanal há mais de 270 anos. O Estado de Mato Grosso do Sul caracteriza-se por ter uma economia de base agropastoril, tendo iniciado sua ocupação no século passado pelas atividades de extração vegetal, pecuária e agricultura desbravadora. De acordo com a SEMADE, a agropecuária do Estado ainda tem forte predomínio da produção extensiva, tanto na pecuária como na agricultura. A pecuária representa a atividade mais tradicional da economia sul-mato-grossense, constituída principalmente pela criação de bovinos (Figura 16), além de equinos e bubalinos

(MATO GROSSO DO SUL, 2015). A pecuária leiteira de Mato Grosso do Sul, ainda em processo de desenvolvimento, representa, na sua grande parte, papel de atividade complementar à pecuária de corte. Destaca-se também a produção de pequenos animais, principalmente a avicultura de corte a partir de 1991 e suinocultura a partir de 1993, além de ovinos e caprinos. Além de sua potência nas atividades extensivas, o estado se sobressai pela forte presença da agricultura familiar, que produz a parcela mais significativa dos alimentos consumidos pela população (KOMORI et al. 2007).

Figura 16 - Distribuição do rebanho bovino no estado de Mato Grosso do Sul em 2013



Fonte: SEMADE (2015)

Os municípios de Aquidauana e Anastácio têm como principal atividade econômica a pecuária de corte, cuja estrutura fundiária rural é caracterizada pelo predomínio de médias e grandes propriedades (JOIA; SILVA, 2002). Estima-se que o setor agropecuário chegou a contribuir com cerca de 19% do PIB municipal em 2012, é o 6º rebanho bovino do Estado com 803.976 cabeças, segundo o IBGE. Além da pecuária de corte, também merecem destaque outros produtos de origem animal, como a produção de 4,5 milhões de litros de leite e 12,7 toneladas de mel de abelha

(IBGE, 2006). O comércio é a principal atividade urbana, além do turismo e pesca (MENDES et al, 2004, p.38).

Em seu trabalho, Trindade (2009, p.23), classificou as propriedades rurais estudadas de Aquidauana e Anastácio como conservadoras: conhecem as técnicas modernas de produção, mas resistem a elas devido à crescente necessidade de investimentos e de qualificação de mão-de-obra que, seguramente, exige melhores salários. Ainda de acordo com a autora, no campo brasileiro atual e, em particular, no estado de Mato Grosso do Sul, tem aumentado o trabalho assalariado (permanente ou temporário) e o trabalho familiar, que predomina nos estabelecimentos com área inferior a 100 ha. Segundo Silva (1981, p.35), é preciso enfatizar que o trabalho temporário se generalizou na agropecuária brasileira de tal forma que hoje se constitui numa forma de relação de trabalho mais utilizada pelos agricultores na época da semeadura e da colheita, como também pelos pecuaristas na época de vacinação do gado e remanejamento de pastagem, na época das cheias, já que esse tipo de contratação foi facilitado devido à expansão da legislação social no campo, pois os proprietários se livram dos encargos trabalhistas.

Segundo Joia e Silva (2002), a atividade agrícola praticada no entorno do espaço urbano de Aquidauana apresenta um comportamento que é visto como resultado da influência da cidade, ou seja, há aceitação para comercialização da produção, podendo ser vendida nas “portas” onde o produtor é o próprio comerciante ou venda no comércio varejista local, representado por supermercados, quitandas, mercados e sacolões. Para os autores, falta organização para os produtores rurais locais, o que geraria um novo setor da economia.

De acordo com o IBGE (2006), se destacaram entre as culturas permanentes no município de Aquidauana, em 2013, o cultivo de banana, coco-da-baía e a laranja. A cultura temporária (culturas que precisam ser replantadas após a colheita) se concentrou principalmente no cultivo de mandioca, além do abacaxi, feijão e a cana-de-açúcar. A cidade de Aquidauana importa quase todos os produtos hortícolas que consome, pois por causa da sazonalidade climática, não existe uma produção comercial que seja cultivada o ano inteiro, levando os produtores a cultivar as olerícolas herbáceas (verduras e legumes) somente no período mais frio do ano. Nessa época do ano, a produção de hortaliças produzidas nas pequenas hortas particulares aumenta consideravelmente, ocasionando diminuição no preço do

produto. Passado o período do outono/inverno, é preciso importar novamente esses produtos, conseqüentemente aumentando o valor de venda (DARNIZOT, 2016, p.99).

As hortas convencionais adotam práticas agrícolas que incluem a utilização de adubos químicos e, eventualmente, agrotóxicos para o manejo e controle de pragas e doenças. O uso intensivo desses elementos neste modelo de agricultura traz uma série de desvantagens, como a degradação do solo, destruição da biodiversidade, risco de toxicidade para quem manuseia e risco de consumo (se não respeitado o período de carência do produto aplicado, normalmente em doses elevadas). As hortas orgânicas adotam práticas como compostagem, adubação natural e manejo ecológico de insetos, doenças e plantas, já que nesse sistema é proibido o uso de adubos químicos e agrotóxicos (DARNIZOT, 2016, p.92).

Estudos em conjunto com a Embrapa Pantanal também mostram que a região tem aptidão natural para o desenvolvimento da pecuária orgânica, sustentável em termos ambientais, com critérios de responsabilidade socioambiental que inclui o bem-estar dos animais e a conservação do meio ambiente, que pode ser garantido pelo uso das pastagens nativas do Pantanal e pela seleção genética dos animais (SEBRAE, 2017). Assim, ainda segundo o SEBRAE, as atividades econômicas em crescimento na cidade de Aquidauana são a agricultura familiar, cultivo da mandioca e produção de farinha artesanal, produção de leite e derivados, piscicultura e agroindústria (beneficiamento de laticínios, couro bovino, peixes, produtos da pecuária), além do comércio e serviços.

Acentua-se também, a partir dos anos de 1990, principalmente nas regiões do Pantanal Sul-Mato-Grossense, o turismo como uma importante atividade econômica. Muitas propriedades rurais diversificam suas atividades com novos modelos de gestão e gerência, investindo em propaganda e marketing para atender a um mercado consumidor cada vez mais exigente. Isso trouxe grandes transformações espaciais para o campo, pois é necessário criar uma estrutura própria para atender a grande demanda de turistas. Ao longo do Rio Aquidauana, propriedades que se dedicam ao ecoturismo, turismo rural e turismo de pesca concomitante com a pecuária, com o objetivo de diversificar as atividades e elevar a renda da fazenda. São pousadas, pesqueiros e campings às margens do rio Aquidauana, estruturados de forma a atender os turistas que chegam de todas as partes do Brasil e do exterior (TRINDADE, 2009).

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os procedimentos metodológicos propostos para o trabalho foram baseados em uma abordagem quantitativa e divididos em duas partes distintas, mas que estão diretamente relacionadas entre si. A primeira é estritamente de gabinete, através de documentação direta e indireta, baseada no levantamento de dados secundários a partir do levantamento bibliográfico e cartográfico sobre o tema escolhido. Na segunda parte, que teve como principal objetivo dar suporte ao estudo, foram realizados os levantamentos de dados primários a partir de procedimentos de campo e análise laboratorial das amostras de água coletadas e posterior embasamento teórico para discussão dos resultados.

### **4.1 Coletas e análise da água**

As coletas de água foram realizadas nos meses de janeiro de 2017 e janeiro de 2018, devido à importância da intensidade das precipitações sobre a dinâmica dos cursos d'água. Os pontos de coleta foram escolhidos de acordo com o grau de interferência ambiental das atividades desenvolvidas na bacia, visando estabelecer os efeitos de sua ocorrência no ecossistema, bem como sua inter-relação com a área de entorno. Os dois primeiros pontos (P1 e P2) foram escolhidos por estarem localizados na área de nascentes do córrego Guanandy, inseridas em propriedades rurais que desenvolvem atividades agropecuárias. O ponto P3 (próximo à saída de água da Lagoa dos Bobos) foi escolhido por estar em uma propriedade particular mais próxima à área urbana, porém mais bem preservada. Já os pontos P4 e P5 foram escolhido por estarem localizados diretamente na área de ocupação urbana. Os pontos de coleta estão descritos e representados na Figura 17 e Tabela 4.

A metodologia de coleta e preservação das amostras seguiram as orientações descritas pelos guias desenvolvidos pela CETESB (1977) e as recomendações de APHA (1995), Matheus et al. (1995) e com relação à preparação e armazenamento de soluções, Morita e Assumpção (1981). As análises das amostras de água foram executadas no Laboratório Hidrologia Ambiental e Limnologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus de Aquidauana/Unidade II.

Figura 17 – Pontos de coleta no córrego Guanandy (Jan/2017 e Jan/2018)

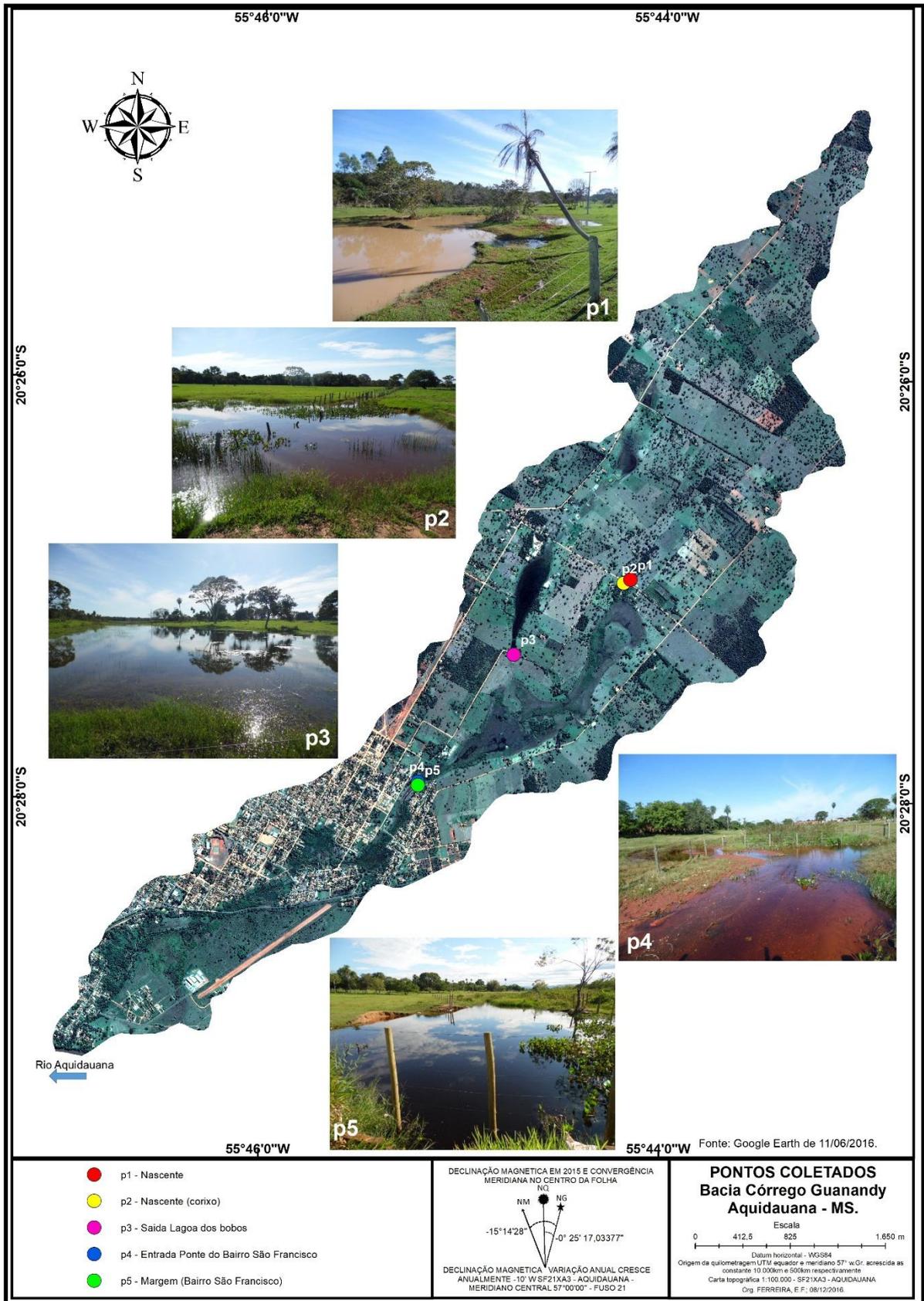


Tabela 4 – Localização dos pontos de coleta no córrego Guanandy

Pontos	Localização	Coordenadas
P1	Nascente	55° 44' 09.8267" W 20° 26' 56.9921" S
P2	Nascente (corixo)	55° 44' 11.8267" W 20° 26' 57.9921" S
P3	Saída Lagoa dos Bobos	55° 44' 44.6458" W 20° 27' 18.5193" S
P4	Entrada da Ponte do Bairro São Francisco	55° 45' 13.0017" W 20° 27' 54.8452" S
P5	Margem (Bairro São Francisco)	55° 45' 13.0017" W 20° 27' 55.8452" S

Fonte: BARROS, A. (Org.)

#### 4.2 Metodologias utilizadas para análise da qualidade da água

O método de coleta consistiu na captação de água em 05 pontos ao longo do Córrego Guanandy, através de metodologias adequadas para cada tipo de análise. Na Tabela 5 estão representadas as variáveis analisadas e os respectivos métodos analíticos adotados.

Tabela 5 – Métodos e instrumentação analítica utilizada para a determinação dos parâmetros físicos e químicos

Parâmetros	Métodos analíticos
Temperatura da água/ar	Eletrométrico
pH	Eletrométrico
Condutividade elétrica	Eletrométrico.
SDT	Eletrométrico.
Turbidez	Eletrométrico
Alcalinidade	Método titulométrico (APHA, 1985)
Dureza Total	Método Titulométrico do EDTA (APHA, 1985)
Oxigênio dissolvido	Titulométrico - Método de Winkler (APHA, 1995)
Nitrato	Espectrofotométrico: redução por cádmio (MACKERETH et al., 1978)
Nitrito	Espectrofotométrico (MACKERETH et al., 1978)
Amônia	Espectrofotométrico (APHA, 1995)
Fósforo total	Espectrofotométrico (VALDERRAMA, 1981)
MST, MSI e MSO	Gravimétrico (TEIXEIRA et al., 1965 e TUNDISI, 1969)
Bactérias coliformes	Tubos múltiplos (SOARES e MAIA, 1999)

As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno e transportadas em caixa térmica com gelo. Para determinação do oxigênio dissolvido, as amostras foram coletadas em frascos DBO aferidos, de vidro, e fixadas no local da coleta. As amostras não processadas no dia foram devidamente acondicionadas e guardadas em condições adequadas até sua posterior utilização. Os dados de

temperatura da água e do ar e pH foram coletados *in loco*. As temperaturas do ar e da água foram aferidas com termômetro digital tipo espeto JProLab e o pH foi determinado através do pHmetro Hanna HI 8424. A condutividade elétrica foi aferida com condutivímetro Tecnal Tec – 4MP e a turbidez através do turbidímetro de bancada Alfakit.

#### **4.2.1 Métodos titulométricos**

Para a determinação da concentração da alcalinidade pelo método colorimétrico titulou-se cada amostra com ácido sulfúrico 0,02 N em presença de indicador misto. A dureza das amostras foi determinada através de titulação com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup> em presença de uma solução tampão à base de NaOH e NH<sub>4</sub>OH e do indicador negro de eriocromo T, que indica o final da reação através da tonalidade azul.

Para determinação do oxigênio dissolvido, as amostras foram fixadas no local da coleta com sulfato manganoso e azida sódica, para evitar alteração na taxa do oxigênio. O sulfato manganoso, em meio alcalino (azida) e na presença de OD, forma um precipitado marrom. Nesta fase, o surgimento de um precipitado branco indica ausência de oxigênio dissolvido. No laboratório, as amostras são tituladas com uma solução de tiossulfato de sódio, previamente padronizada, e amido como indicador. Todas as soluções foram preparadas de acordo com Morita e Assumpção (1981).

#### **4.2.2 Material em suspensão**

O material em suspensão foi determinado por gravimetria, segundo as técnicas descritas por Teixeira e Tundisi (1965) e Tundisi (1969). Para a análise foram utilizados filtros GF/C, com 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de abertura de poro; estes filtros foram previamente calcinados em mufla a 450°C por duas horas e pesados em balança analítica Marte AY-220 com precisão de 0,0001. Os filtros pesados (P<sub>1</sub>) foram utilizados na filtração do material e colocados na estufa a 60°C por 24 horas para eliminar a umidade. Posteriormente, foi realizada a segunda pesagem (P<sub>2</sub>). Em seguida, foram levados novamente à mufla a 450°C, por duas horas, sendo então pesados para obtenção do P<sub>3</sub>, o que corresponde ao peso dos filtros sem a matéria orgânica. O cálculo de material em suspensão total foi obtido pelo resultado da diferença de (P<sub>2</sub> – P<sub>1</sub>), a matéria orgânica por (P<sub>2</sub> – P<sub>3</sub>) e finalmente para obtenção da matéria inorgânica, através da diferença entre o resultado do material em suspensão

total e da matéria orgânica. Os resultados foram expressos em  $\text{mgL}^{-1}$ . As amostras filtradas foram usadas para determinação dos nutrientes, por espectrofotometria, a seguir.

#### **4.2.3 Série nitrogenada**

Para as concentrações de nitrato, nitrito e amônia, as amostras foram previamente filtradas e conservadas em temperatura abaixo de  $4^{\circ}\text{C}$ . A metodologia para nitrito baseia-se na reação com a sulfanilamida em meio fortemente ácido, formando um composto que reage com o bicloridrato de N-1-naftil-etilenodiamina que resulta num composto róseo, cuja absorbância é medida espectrofotometricamente em 543 nm. O nitrato da amostra é medido através de sua redução a nitrito pela reação com cádmio amalgamado. O nitrito é então determinado da mesma forma anteriormente descrita. Do valor final obtido, subtrai-se a quantidade de nitrito presente na amostra antes da redução.

Para determinação de amônia, a amostra reage uma solução de citrato trissódico, fenol e hipoclorito de sódio (que deve ser preparada no momento da análise). As amostras devem ser mantidas em repouso, no escuro, durante pelo menos 3 horas para desenvolver a coloração azul. Em seguida é feita a leitura em espectrofotômetro a 630 nm.

#### **4.2.4 Fósforo Total**

As determinações de fósforo total são obtidas pela análise de alíquotas de amostra que não sofreram filtração. A análise é realizada em duas etapas: a primeira trata da conversão do fósforo total em ortofosfato dissolvido, e a segunda estabelece a sua determinação colorimétrica. O processo utilizado para conversão da forma de fósforo presente em ortofosfato dissolvido é realizada através de uma digestão, onde a amostra é aquecida em presença de oxidante forte, adequado para converter em ortofosfato solúvel as frações de fosfato orgânico em suspensão. Para determinação do fósforo total é adicionado 1 mL do reagente de oxidação (à base de persulfato de potássio, hidróxido de sódio e ácido bórico). Depois de agitadas, as amostras são levadas à autoclave a  $120^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos. Após a digestão, utiliza-se o método do ácido ascórbico, que consiste em reagir o ortofosfato com o reagente misto (ácido ascórbico, molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio). Ocorre então a

redução do ácido, formado o complexo azul (complexo fosfomolibdênio), cuja leitura é feita em espectrofotômetro em 882nm.

#### **4.2.5 Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes**

A análise foi feita pelo método dos tubos múltiplos, por determinação do Número Mais Provável (NMP 100 mL<sup>-1</sup>) de bactérias do grupo coliformes. As amostras foram coletadas na porção superior dos corpos d'água em frascos de vidro esterilizados em autoclave por 15 minutos a 120°C e mantidas em isopor até o momento da análise no laboratório. Essa técnica consiste em diluições de amostras em meio lactosado em séries de três tubos, encubados a 35°C durante 24 horas para posterior verificação de tubos positivos para produção de gás com subsequente estimativa quantitativa. Os caldos de Água Peptonada, Lauril Simples (LS), Lauril Duplo (LD), caldo EC e caldo lactosado com verde brilhante e bile (CLVBB) foram preparados utilizando-se a diluição indicada pelo fabricante, dimensionando para a quantidade de amostras necessárias (05 pontos). Depois de colocadas as quantidades indicadas de cada caldo nos tubos, os mesmos foram tampados e autoclavados a 120°C por 20 minutos. Depois de frios, os tubos foram numerados e dispostos em estantes, em fileiras de 03 tubos. Com auxílio de um pipetador automático (com as ponteiras esterilizadas), transferiu-se 1 mL da amostra para cada tubo contendo 9 mL de água peptonada, antecipadamente identificado. Prepara-se, assim, a primeira diluição decimal (10<sup>-1</sup>), correspondente a 0,1 mL da amostra. Homogeneizar a primeira diluição (10<sup>-1</sup>) e transferir 1 ml desta solução para cada outro tubo contendo 9 mL de água peptonada, conseguindo-se, assim, a segunda diluição decimal (10<sup>-2</sup>), correspondente a 0,01 mL da amostra. Proceder dessa maneira para a terceira diluição (10<sup>-3</sup>). Em seguida, transferiu-se 1 mL de cada tubo de água peptonada para seu tubo correspondente, contendo LS e LD. Os tubos foram levados à estufa por 48h a uma temperatura de 35 ± 0,5°C.

Em seguida, transferiu-se cada cultura com resultado presuntivo positivo (quando há produção de gás) para caldo verde brilhante e bile a 2%, já contendo um tubo de Dühran invertido, com o auxílio de uma alça de platina. A incubação foi efetuada a 35 ± 0,5°C, durante 48 horas. A produção de gás a partir da fermentação nesse meio é prova confirmativa positiva para a presença de bactérias do grupo coliforme ou coliformes totais (CT).

Para coliformes fecais ou coliformes termotolerantes (CF) foi realizada a transferência de cada cultura com resultado presuntivo positivo para tubos contendo meio EC, também com auxílio de uma alça de platina e em seguida foram incubados durante  $24 \pm 2$  horas a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em banho-maria. O resultado é considerado positivo quando houver produção de gás nos tubos de Duhran, a partir da fermentação de lactose contida no meio EC. A determinação do número de coliformes totais e fecais é então finalizada por meio de contagem dos tubos com amostras positivas e correlação com tabela específica do método (SOARES e MAIA, 1999).

### 4.3 Aplicação do índice de impacto ambiental na área de nascentes

O índice foi aplicado na área de afloramento do córrego Guanandy (pontos P1 e P2). Gomes, Melo e Vale (2005) elaboraram uma classificação do grau de impacto de nascente simples, prática, didática e com resultados satisfatórios. Segundo os autores, a proposta baseou-se na Classificação do Grau de Impacto de Nascente do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos de Portugal e no Guia de Avaliação da Qualidade das Águas da Rede das Águas (FELIPPE, 2009, p.129). A técnica consiste na avaliação sensorial – macroscópica – e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes. Os parâmetros escolhidos para avaliação são qualificados em bom, médio ou ruim (Tabela 6).

Tabela 6 – Parâmetros utilizados no Índice de Impacto Ambiental

Parâmetro macroscópico	Quantificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro forte	Cheiro fraco	Sem cheiro
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada	Alterada	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não há
Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não há
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (com acesso)	Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residências ou estabelecimentos	Menos de 50m	Entre 50 e 100m	Mais de 100m
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parque ou área protegida

Fonte: Adaptado de Gomes, Melo e Vale (2005, p.106)

As notas para os parâmetros observados resultam no índice, que será o somatório dos escores creditados a cada parâmetro, de acordo com a Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos

<b>Classe</b>	<b>Grau de preservação</b>	<b>Pontuação</b>
A	Ótimo	Entre 37 e 39 pontos
B	Bom	Entre 34 e 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 e 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 e 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Adaptado de Gomes, Melo e Vale (2005, p.107)

#### **4.4 Dados de precipitação pluviométrica**

Os dados meteorológicos e de precipitação foram obtidos a partir de informações coletadas do Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (CEMTEC/MS) e através das Estações Meteorológicas Automáticas de Superfície pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A Estação Automática de Aquidauana (A719) está localizada entre as coordenadas 20°47'54" S e 55°78'40" W e coleta, a cada minuto, as informações meteorológicas representativas dessa área (como temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar). A cada hora estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos para a sede do INMET, em Brasília. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados. Além disto, os dados também são disponibilizados gratuitamente, em tempo real, através da internet (INMET, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização dos pontos de coleta

A vegetação predominante no entorno do córrego Guanandy é típica do cerrado e próximo das margens observa-se a ocorrência de vegetação arbórea, arbustivas e herbáceas, tanto nativas quanto introduzidas. Nas áreas onde a vegetação é mais densa, o solo é coberto por serapilheira. A formação e a decomposição da camada da serapilheira sobre solos degradados são essenciais para reativação da ciclagem de nutrientes, possibilitando a formação de um novo horizonte pedológico, com condições mais adequadas para o restabelecimento da vegetação (ANDRADE; TAVARES; COUTINHO, 2003, p.55). Porém, em alguns trechos, o córrego apresenta-se desprovido de cobertura vegetal.

Os pontos P1 e P2 estão localizados na área de nascentes do córrego Guanandy. Segundo Gomes, Melo e Vale (2005, p. 104), nascente é a fonte situada no limite do afloramento ou aquífero. A cabeceira é o ponto onde nasce o curso d'água, porém algumas vezes este não possui um lugar bem definido (como é o caso dessa área de estudo), recebendo o nome de nascente difusa. Ainda segundo os autores, o sistema de nascentes é constituído pela vegetação, solo, rochas e relevo das áreas adjacentes e à montante das nascentes e deve ser preservado. Pela legislação brasileira, as nascentes são consideradas APPs, quaisquer que sejam sua localização, sendo necessária a preservação de um raio de 50 metros do entorno do acesso direto das pessoas e animais de criação (BRASIL, 2012).

O local se encontra dentro dos limites de algumas propriedades rurais cuja água é utilizada principalmente para dessedentação animal. Não há nenhuma indicação ou identificação sobre a existência das nascentes e a única proteção da área é feita por cercas de arame, mas que não impedem a entrada de animais e pessoas. No entorno, existem capões de vegetação em regeneração, mas na área alagada, o predomínio é de pastagem para o gado (Figura 18).

A água apresentava forte odor nos dois períodos de coleta, provavelmente em função da grande quantidade de fezes de animais nas margens, principalmente no ponto P2. Nesse local, o afloramento é usado pelos proprietários da área como “corixo” para o gado (Figura 19).

Figura 18 – Ponto P1, localizado na área de nascentes do córrego Guanandy



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

Figura 19 – Ponto P2, localizado na área de nascentes do córrego Guanandy



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

A turvação permanente da água no local pode ter relação direta com pisoteio dos animais nas margens e a ausência de vegetação natural protegendo o entorno da área de alimentação. A vegetação no entorno das nascentes exerce várias funções: proteção, filtragem, retenção de sedimentos, contenção de processos erosivos,

influenciam na qualidade da água, amortecem impactos provenientes dos ambientes que circulam a esses ecossistemas aquáticos, além de proteger a diversidade local (ROBERTI; GOMES; BITTENCOURT, 2008, p.20).

O ponto P3 da coleta é conhecido popularmente como Lagoa dos Bobos (Figura 20). A Lagoa está localizada entres as latitudes 20°27'00,83" S e longitudes 55°44'43,47" O. Possui ainda aproximadamente 2 hectares de lâmina d'água, com 520 metros de comprimento e de 180 metros de largura em linha reta (SIMÃO, 2016; ALBUQUERQUE et al., 2013, p.87).

Figura 20 – Vista aérea da Lagoa dos Bobos



Foto: Célio Augusto Castro (Nov/2017)

A lagoa não possui mata ciliar, porém possui uma grande quantidade de plantas aquáticas (Figura 21). Apesar de se localizar no perímetro urbano, a lagoa se encontra inserida em propriedades particulares que desenvolvem atividades

agropastoris e é usada principalmente para dessedentação de animais. A proteção do local é feita por cercas de arame, facilmente transponíveis.

Figura 21 – Ponto P3, localizado na Lagoa dos Bobos



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

Os pontos P4 e P5 estão localizados no cruzamento à jusante da Chácara Taboca, em uma passarela onde a água foi canalizada, paralela à Rua Martins Cunha, no bairro São Francisco. O bairro, segundo Dias (2008, p.37), foi resultado da ocupação por invasão do movimento sem-teto e ainda permanece em situação irregular junto à Prefeitura Municipal. A área se caracteriza pela ausência de vegetação natural e mata ciliar e, segundo uma moradora, esse ponto do córrego eventualmente serve para recreação das crianças do local, além de servir para dessedentação dos animais que são criados no entorno. Em alguns locais a vegetação nativa foi praticamente suprimida, até mesmo nas margens do córrego. A pastagem e criação de gado predominam não só nessa área, mas também ao longo de toda a bacia.

Em sua margem direita (P4), também existe a construção de um novo conjunto de casas populares a cerca de 300 metros. Na primeira coleta, foi observada uma elevada quantidade de lixo flutuante (isopor, sacos plásticos, garrafas pet, latas de alumínio), fezes de animais, resíduos orgânicos e de construção no entorno da área na época da coleta (Figura 22). Já na segunda coleta, o local havia sofrido

algumas mudanças, inclusive na vazão, profundidade e direcionamento do canal do córrego (Figura 23).

Figura 22 – Ponto P4, localizado no bairro São Francisco (Jan/2017)



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

Figura 23 – Ponto P4, localizado no bairro São Francisco (Jan/2018)



Foto: Adriana de Barros (Jan/2018)

As margens apresentam sinal de desbarrancamento e a vegetação predominante é a pastagem plantada, com a presença de alguns indivíduos arbustivos. A área também está contornada por uma cerca de arame, mas que permite a entrada e utilização do curso d'água pela população e animais (Figura 24).

Figura 24 – Ponto P5, localizado no bairro São Francisco



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

As águas apresentavam “cor de chá” na época das coletas e não apresentavam odor acentuado. Segundo Fay e Silva (2006), a matéria orgânica dissolvida também é responsável pela cor de chá das águas. Apesar da grande quantidade de resíduos sólidos, também foi observada a presença de macrófitas aquáticas, insetos, pequenos peixes e aves silvestres no local da coleta.

## 5.2 Caracterização da qualidade da água do córrego Guanandy

O objetivo da amostragem e dos ensaios não é a obtenção de informações sobre as alíquotas em si (geralmente constituídas de pequenas frações do corpo hídrico), mas a caracterização espacial e temporal do corpo d'água amostrado (CETESB, 2011, p.33). O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELLA,

2002, p.181). As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constituem no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU et al., 1998 apud GARCIA et al., 2011, p.244).

A qualidade da água é um fator variável ao longo do tempo e localização. Em ambientes onde a ação antrópica é marcante, a qualidade da água é afetada não só por fatores naturais, mas também por impactos das atividades humanas (CUNHA et al., 2004; SILVA et al., 2008).

Segundo Kolm, Siqueira e Machado (2016, p. 08), ambientes rasos como este podem receber, em períodos de pluviosidade intensa, grandes quantidades de água que normalmente trazem quantidades maiores ou menores de sedimento para o seu leito, podendo levar a alterações físicas, químicas e biológicas do corpo hídrico. Além disso, segundo Pinto, Holtz e Martins (1973), o escoamento superficial resultante das precipitações é considerado o componente preponderante na formação de cheias ou aumento de vazões dos cursos de água, já que o volume total de água transportado pelo canal de um curso de água é formado pelo escoamento superficial e pelo afluxo de água do subsolo (escoamento de base).

Chow et al. (1988 apud Alencar, Silva e Oliveira, 2006, p. 104) esclarecem que parte da chuva é interceptada pela vegetação, parte infiltra no solo e parte pode ser retida em depressões da superfície do terreno. Se a precipitação continuar, após o preenchimento dessas depressões, terá início o escoamento superficial propriamente dito. Portanto, a água que escoar sob a superfície do solo, sem infiltrar, formará a enxurrada que irá compor, junto com o escoamento de base, os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios.

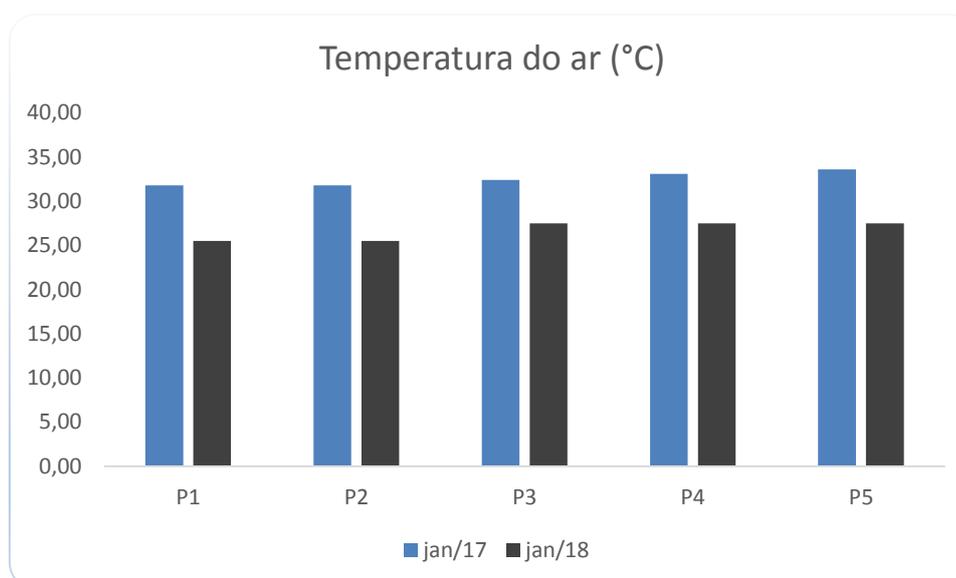
Assim, as coletas foram realizadas em dois períodos chuvosos devido à importância que a intensidade das precipitações tem sobre a dinâmica dos cursos d'água. A somatória dos 30 dias anteriores à coleta de janeiro de 2017 (segundo dados do INMET) foi de 119,4mm e não houve chuva nos três dias prévios à coleta. Já em janeiro de 2018, o acumulado do mês anterior foi de 182,8mm e desse total 28,6mm ocorreram nos três dias que antecederam à coleta.

As águas do córrego Guanandy são usadas para dessedentação animal, para irrigação de pequenas hortas e jardins e eventualmente, para recreação. Tendo em vista seus usos múltiplos e por ser uma bacia que atravessa a área urbana, analisou-

se a qualidade das águas mediante os Valores Máximos Permitidos (VMPs) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

A figura 25 mostra as variações da temperatura nos períodos estudados. Os dados de temperatura do ar encontrados estiveram na faixa prevista para a região de Aquidauana, porém, observou-se que as temperaturas do segundo período de coleta foram mais amenas devido ao tempo nublado, assim, o regime de chuvas na época das coletas parece influenciar em algumas das variáveis analisadas. Já a variação crescente da temperatura pode estar diretamente relacionada ao horário das coletas, iniciadas no início da manhã e se estendendo até o final dela.

Figura 25 – Variação da temperatura do ar no Córrego Guanandy (Janeiro/2017 e Janeiro/2018)

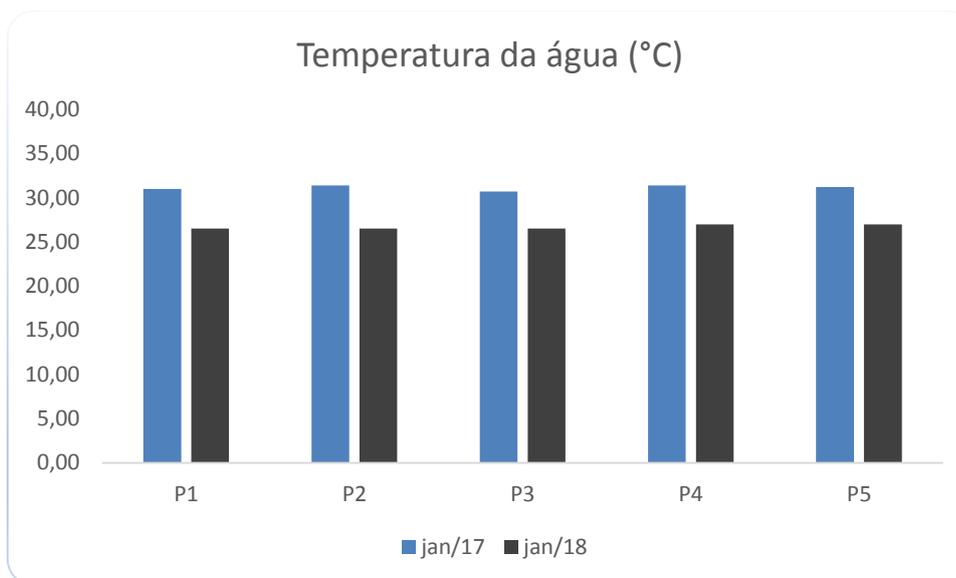


As alterações de temperatura da água são mais lentas e por isso sofrem menor influência das rápidas oscilações da temperatura do ar (DMAE, 2001). A temperatura das águas no córrego sofreu variação entre as duas coletas, provavelmente pelo volume de água decorrente das chuvas intensas, principalmente no segundo período, já que o aquecimento das águas é diretamente proporcional à insolação. (Figura 26).

De acordo com Fritzsons et al. (2005, p.394), a elevação da temperatura das águas também pode provocar um aumento na ação tóxica de muitos elementos e compostos químicos, sendo frequente a maior mortandade de peixes, durante o verão, em águas poluídas. Ainda segundo os autores, as florestas ripárias são ambientes

únicos devido à sua posição na paisagem e funcionam absorvendo energia, evaporando a água, aumentando a umidade do local e diminuindo a temperatura da água.

Figura 26 – Variação da temperatura das águas do Córrego Guanandy (Janeiro/2017 e Janeiro/2018)

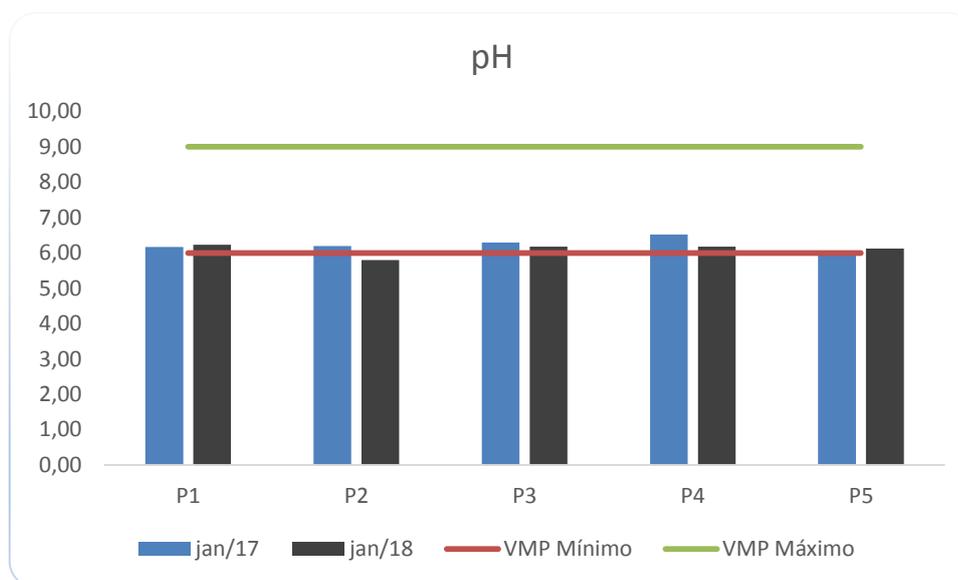


Com relação ao pH, no Brasil a maioria das águas são ácidas ou levemente ácidas (SOUZA; PERRONE, 2000). Segundo Maier (1987) uma pequena diminuição no pH pode estar associado ao aumento no teor de matéria orgânica que leva a consequente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo d'água. Também para essa autora, o pH nas águas dos rios brasileiros varia de neutro a ácido e pode se alterar ao longo do curso d'água.

No córrego Guanandy os valores variaram moderadamente nos dois períodos e apenas o Ponto P2 apresentou pH abaixo do limite na segunda coleta realizada (Figura 27). Na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de  $H^+$  originado da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina (ESTEVES, 1998). Estes valores também são compatíveis com os tipos de solo encontrados na bacia. O solo predominante é o Latossolo (Embrapa, 2006) que apresentam baixa fertilidade natural e possuem elevado conteúdo de Alumínio trocável, que contribui para a elevada acidez (SÁ et al., 2010).

A legislação para águas superficiais estabelece a faixa de pH variando de 6,0 a 9,0 para dessedentação animal, recreação de contato secundário e irrigação (BRASIL, 2005). Bruscas alterações dos valores de pH em águas urbanas (valores acima de 9,0 ou abaixo de 6,0) podem indicar despejo de efluentes industriais e a presença de compostos tóxicos não tratados (PIVELI; KATO, 2006).

Figura 27 – Valores de pH do córrego Guanandy e a faixa permitida segundo o CONAMA 357/05



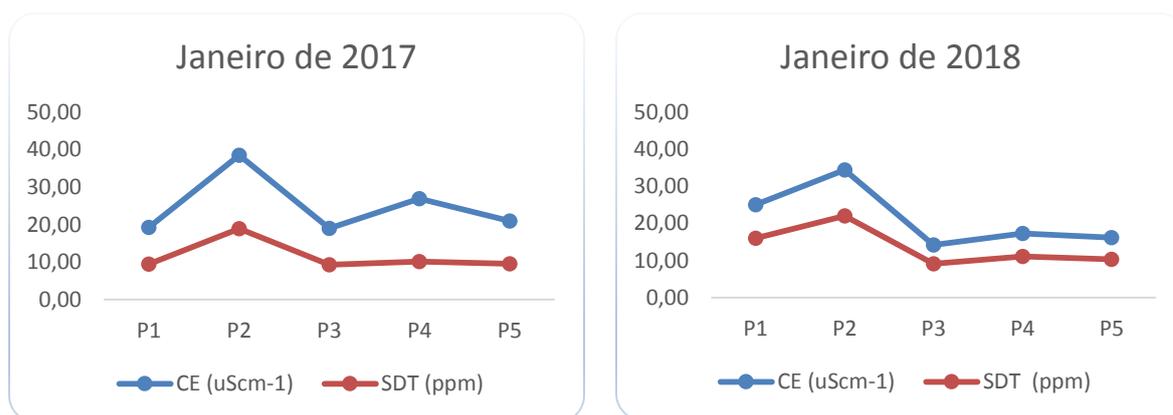
A condutividade elétrica (CE) é a medida da capacidade da água em conduzir corrente elétrica em função da concentração de íons presente na água, cujos valores são expressos em micro Siemens ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), porém seu valor, além de depender de outras variáveis, como a temperatura, também difere para cada íon, já que a composição iônica da água é determinada pela composição das rochas (ESTEVEZ, 1998). Ainda segundo o autor, a condutividade elétrica, que depende da composição iônica dos corpos d'água, pode ser influenciada, também pelo volume de chuvas. Sendo assim, os valores de condutividade elétrica determinados indicam a existência de elevadas quantidades de íons dissolvidos nas águas do córrego e sua distribuição está ligada a presença de compostos solúveis ao longo do período de monitoramento (GODOI, 2008, p.65).

Em geral, considera-se que, quanto mais perturbado estiver o corpo hídrico, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral (ROCHA; MARTIN, 2005). Não existem referências aos valores máximos e mínimos na

Resolução do CONAMA 357/05, porém, normalmente as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{Scm}^{-1}$  (BRASIL, 2014).

Os valores de condutividade elétrica no córrego Guanandy oscilaram entre 18,95 e 38,51  $\mu\text{S cm}^{-1}$  no primeiro período e 14,19 e 34,39  $\mu\text{S cm}^{-1}$  no segundo. A condutividade elétrica e os sólidos dissolvidos apresentaram comportamento semelhante nas duas coletas realizadas (Figura 28), sofrendo poucas alterações nas concentrações, com exceção da elevação dos valores dessa variáveis no ponto P2. Pimenta, Peña e Gomes (2009, p.409), ao analisar os gráficos dos parâmetros CE e STD em seu trabalho, também observaram a correlação entre esses parâmetros, apresentando gráficos com distribuição qualitativa semelhante entre os pontos.

Figura 28 – Relação entre a condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos no Córrego Guanandy nos meses de Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018



Carvalho, Schlittler, Tornisielo (2000) também verificaram a existência de uma significativa relação entre o aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos com a condutividade elétrica na água, que pode ocorrer a partir de reações desencadeadas na fauna aquática frente ao aumento da temperatura.

Esteves (1998) ressalta que em regiões tropicais, os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas e com as condições climáticas da região onde se localizam. De acordo com Costa e Flauzino (2009), esse parâmetro fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. De acordo com o autor, a medida da condutividade elétrica também pode estar relacionada com a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais e partículas em suspensão na água,

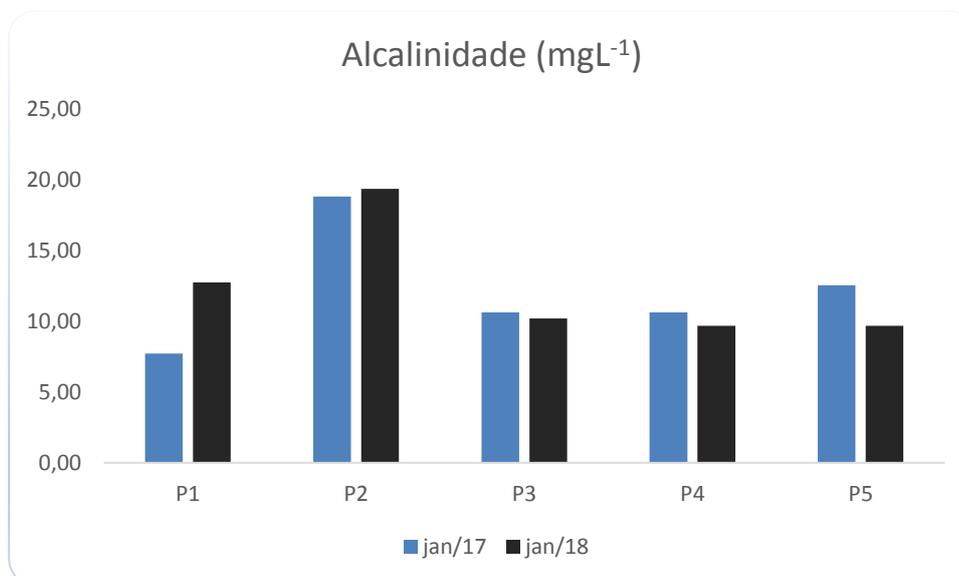
pois à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta.

Alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo, assim, para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH (BRASIL, 2014). Segundo Sipaúba-Tavares (1994), em águas naturais a alcalinidade também pode estar intimamente ligada à composição e textura do solo, classificando-as como águas oriundas de:

- solo orgânico: com baixa alcalinidade;
- solo de areia (com partículas maiores que 0,01mm até 1mm): com baixa alcalinidade;
- solo de argila (com partículas menores que 0,01mm): com alta alcalinidade (contém  $\text{CaCO}_3$ );
- solo de áreas áridas (áreas com elevada evaporação, portanto com concentração maior de íons): alta alcalinidade.

Segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006), a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500  $\text{mgL}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Nas amostras analisadas, a alcalinidade se manteve estável ao longo do curso do córrego, se elevando no ponto P2 nos dois períodos estudados (Figura 29). Para Pádua (2002), presume-se que o maior tempo de contato das águas de nascentes, oriundas de solos com partículas rochosas calco-magnesianas e outros minerais lhes deem estas características (alcalinidade mais elevada).

Figura 29 – Valores de Alcalinidade do córrego Guanandy em Janeiro de 2017 e 2018

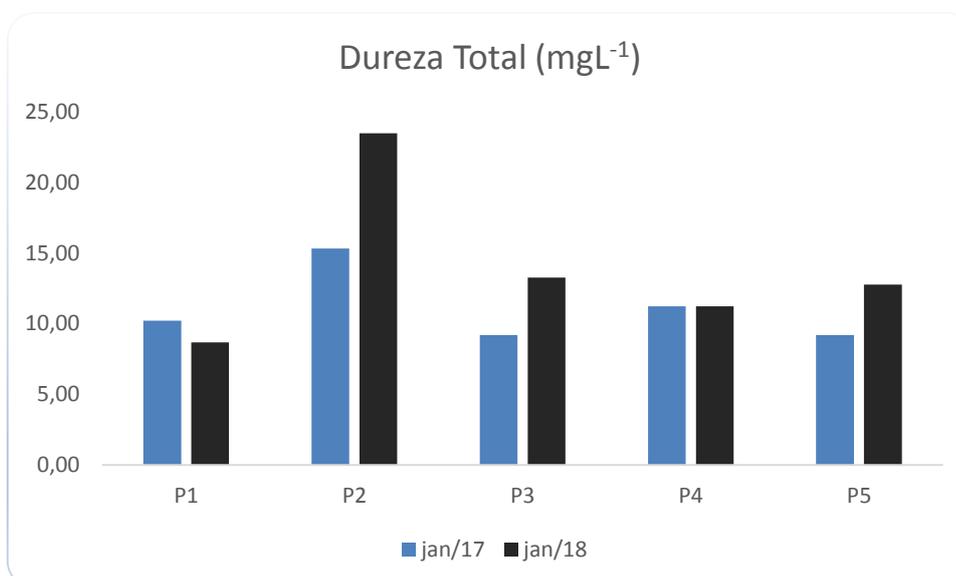


Já a dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) e, em menor escala, ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{+2}$ ), estrôncio ( $\text{Sr}^{+2}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ) e a origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica, como o lançamento de efluentes (BRASIL, 2014). Os elementos cálcio, magnésio e silício são característicos principalmente de solos, e também podem chegar aos ecossistemas aquáticos por meio da lixiviação (GODOI, 2008, p.76).

De acordo com Leite et al. (2003), na maioria das vezes, a presença destes sais em quantidades reduzidas não tem significado sanitário, mas em taxas elevadas podem interferir em alguns processos industriais e sistemas de irrigação. Por outro lado, em corpos d'água com dureza reduzida, como é o caso do córrego Guanandy, a biota é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água (BRASIL, 2014).

Segundo Bortolozo, Froehner e Parron (2013) o Latossolo (tipo de solo predominante na bacia) normalmente não favorece a elevação dos teores de  $\text{CaCO}_3$ , porém, segundo Piratoba et al. (2017 citando UNEP, 2008), a dureza é influenciada pela geologia da bacia de drenagem e por atividades antrópicas. Assim como na variável anterior, a dureza total teve um aumento da sua concentração no ponto P2 nas duas coletas realizadas, conforme a Figura 30.

Figura 30 – Valores de Dureza Total no Córrego Guanandy em Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018

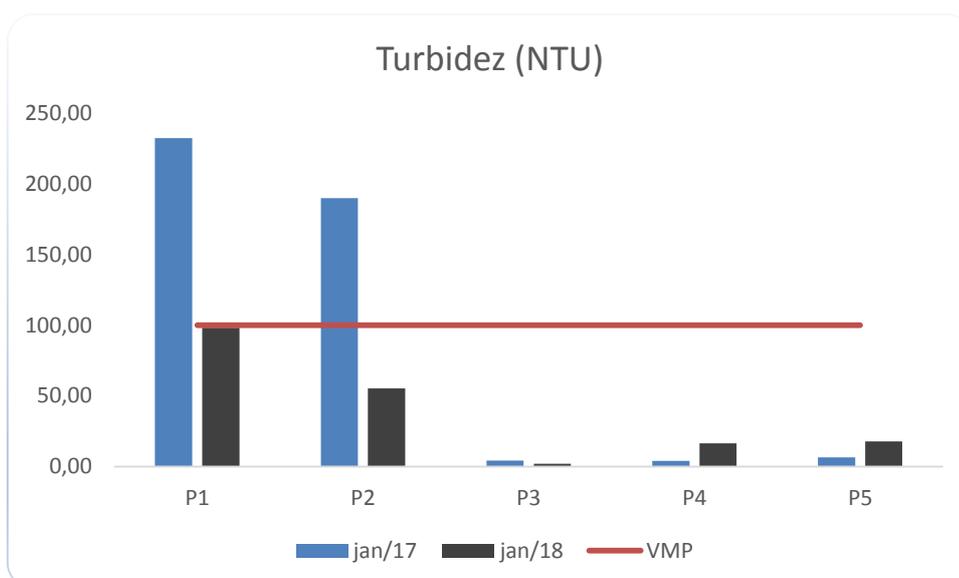


A turbidez da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão que diminuem a sua transparência e reduzem a transmissão da luz no meio. Pode ser provocada por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias resultantes do processo natural de erosão ou adição de despejos domésticos ou industriais (BRASIL, 2014, p.92).

A turbidez e a concentração de sólidos em suspensão são parâmetros que possuem uma importante relação entre si por interferirem na penetração de luz na coluna de água e, portanto, influenciarem de forma direta processos fundamentais do ecossistema, como por exemplo, a atividade fotossintética (GODOI, 2008, p.25). As medidas da intensidade de turbidez e concentração de sólidos sugerem ainda a ocorrência de diversos eventos de origem natural e antrópica na bacia hidrográfica, como por exemplo, a erosão de solos expostos (PIVELI; KATO, 2006).

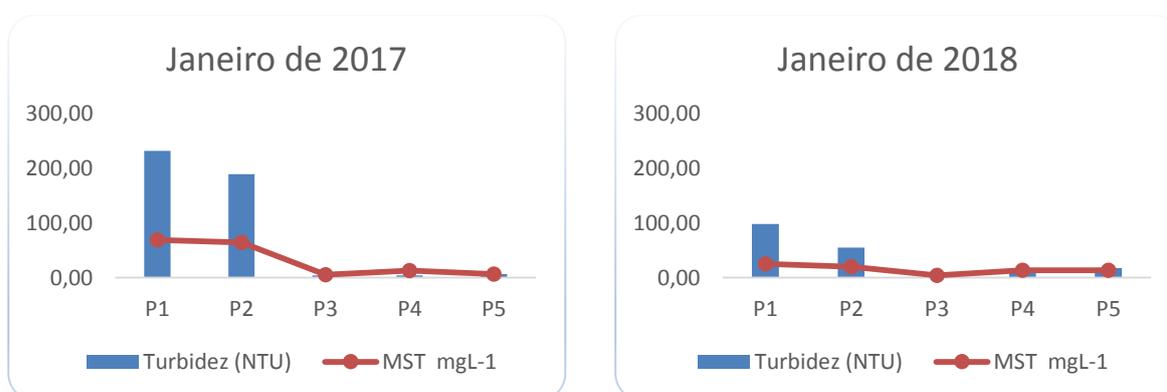
Os valores de turbidez nos pontos P3, P4 e P5 estiveram abaixo do limite da Classe 1 (40 NTU) nos dois períodos. Já os valores dos pontos P1 e P2 (Figura 31) foram os mais elevados nas duas coletas realizadas, sendo importante salientar que os resultados obtidos nesses pontos na primeira campanha estiveram acima do valor máximo permitido para Classe 3 (100 NTU).

Figura 31 – Valores de turbidez do córrego Guanandy e o VMP (CONAMA n° 357/05) nos períodos de Janeiro de 2017 e Janeiro de 2018



O material em suspensão consiste de material particulado não dissolvido, constituído por substâncias orgânicas e inorgânicas (BRANCO et al., 2002). O material pode ter origem autóctone ou alóctone, quando provém do solo do entorno ou pela intervenção do homem, através de despejos no canal. Esta variável tem grande importância para as comunidades lóxicas, devido à capacidade desses materiais de transportar nutrientes e poluentes adsorvidos, podendo interferir na penetração da luz no ambiente e interferindo na produção primária (ESTEVES, 1988). Assim como a variável anterior, os pontos P1 e P2 apresentaram uma taxa muito elevada com relação aos outros pontos nos dois períodos estudados, provavelmente pela entrada de material no canal (Figura 32). Esses pontos apresentaram comportamento semelhante nas duas coletas, porém provavelmente devido à intensidade das precipitações no segundo período, os valores foram mais reduzidos. Em seu trabalho, Silva et al. (2008, p.736) também aponta que a precipitação parece favorecer a diminuição da turbidez.

Figura 32 – Relação entre a turbidez e a concentração de material em suspensão total no córrego Guanandy



Existe uma relação próxima entre a turbidez e o material em suspensão, já que a turbidez é um parâmetro dependente da quantidade de sólidos presentes na coluna de água. Assim, quanto maior a quantidade de sólidos e materiais suspensos que contribuem para a redução da penetração da luz na coluna de água, maior será a turbidez observada.

Os valores elevados da turbidez e de material em suspensão na área de nascentes do córrego (P1 e P2) confirmam a existência de transporte de material

alóctone, que pode ser resultante do solo exposto, compactação e pisoteio dos animais e conseqüentemente, o revolvimento do sedimento de fundo, já que nas proximidades da nascente do córrego a mata ciliar foi suprimida, fato que pode contribuir diretamente para o desequilíbrio das características físico-químicas na área.

Segundo Donadio, Galbiatti e Paula (2005), em nascentes com vegetação natural remanescente, a qualidade da água apresenta características melhores que nas nascentes com algum tipo de perturbação, sendo as variáveis cor, turbidez, alcalinidade e nitrogênio total as que mais explicam essas diferenças. Pereira (2012) afirma que as principais causas verificadas para a piora da qualidade das águas são ausência de cobertura vegetal nos pontos de coleta, pisoteio do gado, erosão, assoreamento das margens do rio e a degradação da vegetação. Mosca (2003) também relacionou elevados índices de turbidez à exposição da nascente ao pisoteio do gado, favorecendo a degradação das partículas do solo e as formações erosivas.

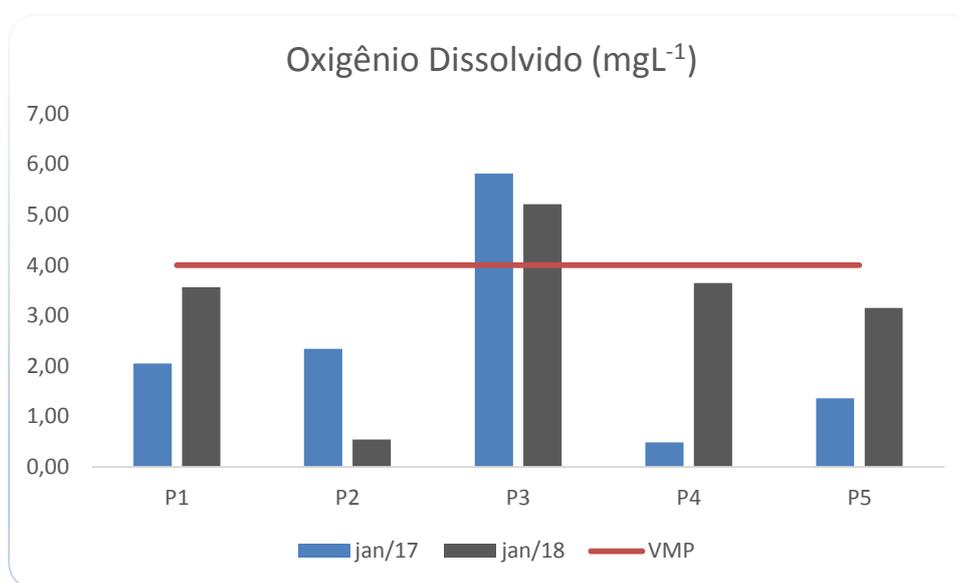
O oxigênio dissolvido (OD) é um excelente indicador de qualidade de água e é um elemento essencial no metabolismo dos seres aquáticos aeróbicos. Segundo Silveira (2007), quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água. A concentração do oxigênio na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude, e está diretamente relacionado com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que, por sua vez, estão diretamente associadas com a intensidade luminosa (ESTEVES, 1998).

Em estudos de águas superficiais densamente poluídas a contaminação orgânica pode ser avaliada por meio da observação do decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido na água e/ou pela concentração de matéria orgânica oxidada por uma determinada concentração de oxigênio dissolvido (VALENTE et al., 1997). De acordo com a CETESB (2009), águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos, enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação.

Os teores de oxigênio dissolvido obtidos nas águas do córrego Guanandy variaram de 0,48 a 5,81 mgL<sup>-1</sup> no primeiro período e 0,54 a 5,20 mgL<sup>-1</sup> no segundo (Figura 33). Com exceção do ponto P5, situado na Lagoa dos Bobos, todas as amostras de água analisadas apresentaram condição de hipóxia, com valores de oxigênio dissolvido críticos, abaixo de 3 mgL<sup>-1</sup>. Segundo a legislação, o limite mínimo

de oxigênio dissolvido para águas Classe 3 é de  $4 \text{ mgL}^{-1}$  (BRASIL, 2005). Os pontos P4 e P5, localizados no bairro São Francisco, apresentaram valores muito reduzidos na primeira campanha. Esse local apresenta uma configuração do espaço urbano e conseqüentemente o canal drenagem sofre vários outros tipos de impactos relacionados à ocupação urbana do solo (GRADELLA et al., 2006, p. 101).

Figura 33 – Concentrações de oxigênio dissolvido no córrego Guanandy e o valor mínimo permitido pela legislação (Janeiro/2017 e Janeiro/2018)



Já na segunda coleta, o valor mais reduzido foi encontrado no ponto P2, provavelmente em função do aumento de matéria orgânica e do material particulado em suspensão. O aumento dos valores de oxigênio dissolvido nos pontos P4 e P5 (em relação à primeira coleta) pode ter ocorrido em função da movimentação da água (Figura 34), porém os valores ainda permaneceram abaixo do limite mínimo estabelecido. As chuvas podem ocasionar turbulência nas águas, gerando maior troca de oxigênio entre o ar e da água (PEREIRA et al., 2010 apud NOZAKI et al., 2014, p. 31), pois a taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas mas também é proporcional à sua velocidade (CETESB, 2009).

Os baixos teores de oxigênio dissolvido refletem a situação da poluição da água do córrego, uma vez que o oxigênio dissolvido participa como combustível no processo de autodepuração do corpo de água (PIVELI; KATO, 2006). Situações de

hipóxia e anóxia são esperadas para corpos d'água que recebem grandes cargas orgânicas, pois o oxigênio dissolvido é rapidamente consumido pelos microrganismos que decompõem a matéria orgânica e por reações oxidação (VALENTE et al., 1997).

Figura 34 – Aumento da movimentação da água do córrego Guanandy nos pontos P4 e P5 em Janeiro/2018



Foto: Adriana de Barros (Jan/2018)

Nos pontos P1 e P2 (área de nascentes), esta condição também pode estar relacionada ao fato de as águas dos aquíferos estarem geralmente em ambiente redutor, o que origina um valor menor desse parâmetro, diferentemente quando amostradas em cursos d'água superficial, que se encontram em constante movimento (GALLATO et al., 2011, p.51).

A concentração mínima de oxigênio dissolvido segundo a Resolução CONAMA n° 357/05 não deve ser inferior a 4 mg L<sup>-1</sup>. Apenas o ponto P3 (Lagoa dos Bobos) permaneceu dentro da faixa estabelecida pela legislação, com concentração adequada dessa variável para dessedentação animal, irrigação e manutenção da vida aquática nos dois períodos, provavelmente em função da transparência da água que favorece a produção de oxigênio pelas plantas aquáticas (Figura 35). A vegetação é um fator primordial para a manutenção não só da qualidade da água como também

para a garantia de manutenção do talude do corpo de água (NOZAKI et al, 2014, p. 42).

Figura 35 – Presença de macrófitas aquáticas na Lagoa dos Bobos



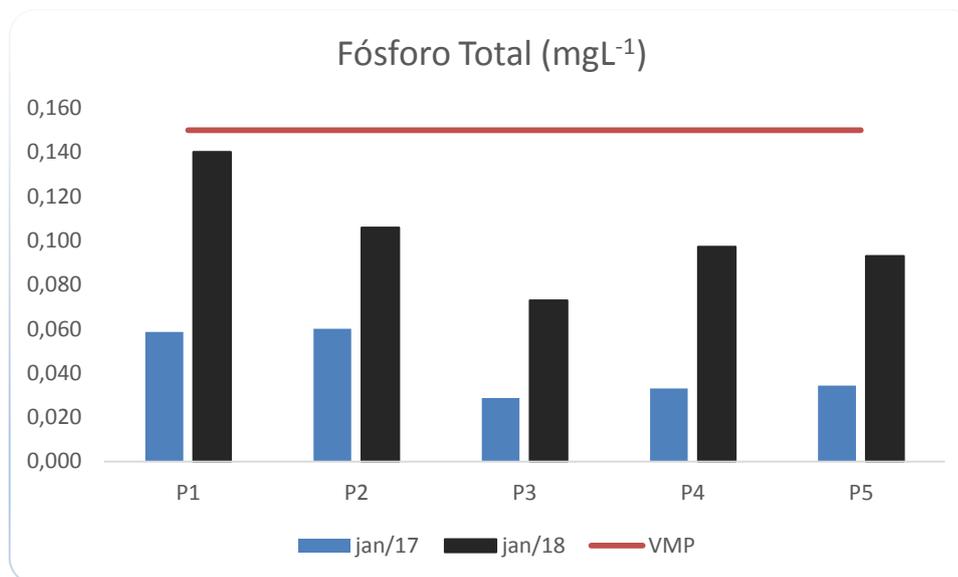
Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

Segundo Von Sperling (1996), o fósforo presente na água pode ter origem natural (dissolução de rochas e de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica) ou antropogênica (despejos domésticos, industriais, detergentes, dejetos de animais e fertilizantes, entre outros).

O fósforo pode ser considerado como nutriente potencialmente crítico para os processos de eutrofização e sua presença em concentrações elevadas em águas superficiais urbanas se deve à presença de esgotos domésticos, que carregam detergentes e sabões que possuem compostos destes elementos em sua composição. (ESTEVES, 1998).

Os teores de fósforo total medidos durante o período de estudo estiveram abaixo de  $0,15 \text{ mgL}^{-1}$ , limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/05 para a Classe 3 (BRASIL, 2005), de acordo com a Figura 36.

Figura 36 – Concentrações de fósforo total no córrego Guanandy nos períodos de Janeiro/2017 e Janeiro/2018



Observou-se uma elevação dos valores dessa variável nos pontos P1 e P2 (área de nascentes) em relação aos outros pontos no primeiro período. Esse aumento pode ser proveniente da área de produção agropecuária, em função dos pesticidas utilizados para controlar insetos e combater plantas invasoras de culturas e pastagens. Segundo Vieira, Galdino e Padovani (2005, p.72), pela eficácia desses compostos, ocorreu uma crescente demanda com objetivo de aumentar a produtividade no setor. No entanto, sua utilização indiscriminada causa contaminação humana e ambiental, principalmente de águas superficiais e subterrâneas. Ainda segundo os autores, foram detectados resíduos de pesticidas em estudos realizados nas bacias hidrográficas dos principais rios (Jauru, Paraguai, Sepetuba, Cabaçal, Cuiabá, São Lourenço, Vermelho, Correntes, Itiquira, Coxim, Taquari, Negro, Apa, Aquidauana, Salobra, e Miranda) formadores do Pantanal Sul-Mato-Grossense (MARASCHIM, 2003 apud VIEIRA, GALDINO E PADOVANI, 2005, p.75).

Já no segundo período houve uma elevação dos teores de fósforo em todos os pontos em relação à coleta anterior. Provavelmente o aporte pela água das chuvas contribuiu para o aumento desse nutriente, já que o escoamento da água sobre a camada superficial do solo durante eventos pluviométricos é a principal fonte difusa de poluição dos mananciais hídricos (PELLEGRINI, 2005, p.12). Ainda segundo o autor, as concentrações de fósforo encontradas no escoamento superficial são uma resultante da interação entre a água das chuvas e o teor de fósforo na camada

superficial do solo, que depende da riqueza natural dos solos ou adição externa, sejam elas orgânicas ou químicas. Além disso, solos distróficos apresentam baixa capacidade de troca catiônica.

Ainda segundo Pellegrini (2005, p.07), a transferência de fósforo nos fluxos superficiais dos rios são contínuas, porém é durante os eventos pluviométricos que elas são mais expressivas. O autor ressalta ainda que o movimento da água sobre o solo é potencializado e as transferências desse nutriente para os corpos d'água são qualitativa e quantitativamente superiores aos provenientes de áreas com cobertura vegetal, já que uma das fontes de fósforo podem ser os sedimentos erodidos das margens dos corpos hídricos.

Já as fontes pontuais em áreas urbanizadas tem relação com o aumento do consumo de detergentes e produtos de limpeza. De acordo com Fellenberg (2003), os esgotos urbanos são contaminados com quantidades consideráveis de fosfatos e polifosfatos, ingredientes importantes dos detergentes. Os fosfatos dissolvidos na água constituem frequentemente o fator limitante para o desenvolvimento de algas e macrófitas, sendo assim, os principais responsáveis pela eutrofização da água. Fosfatos e polifosfatos reduzem também a tensão superficial da água, como fazem todos os detergentes, facilitando a formação de espuma na superfície da água (Figura 37).

Figura 37 – Formação de espuma nas águas do córrego Guanandy



Foto: Adriana de Barros (próximo à Vila 40, Jan/2017)

A Resolução CONAMA n° 359/05 estabelece os critérios para a utilização de fósforo na formulação de detergentes em pó para o uso no mercado nacional, visando a redução e eventual eliminação do aporte dessa fonte de fósforo nos corpos de água.

O nitrogênio também é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de algas e macrófitas. Apesar de encontrado com facilidade na natureza, o nitrogênio tem uma significativa origem antropogênica, principalmente em decorrência do lançamento em corpos d'água de despejos domésticos, industriais e de criatórios de animais, assim como de fertilizantes (BRASIL, 2014, p.23).

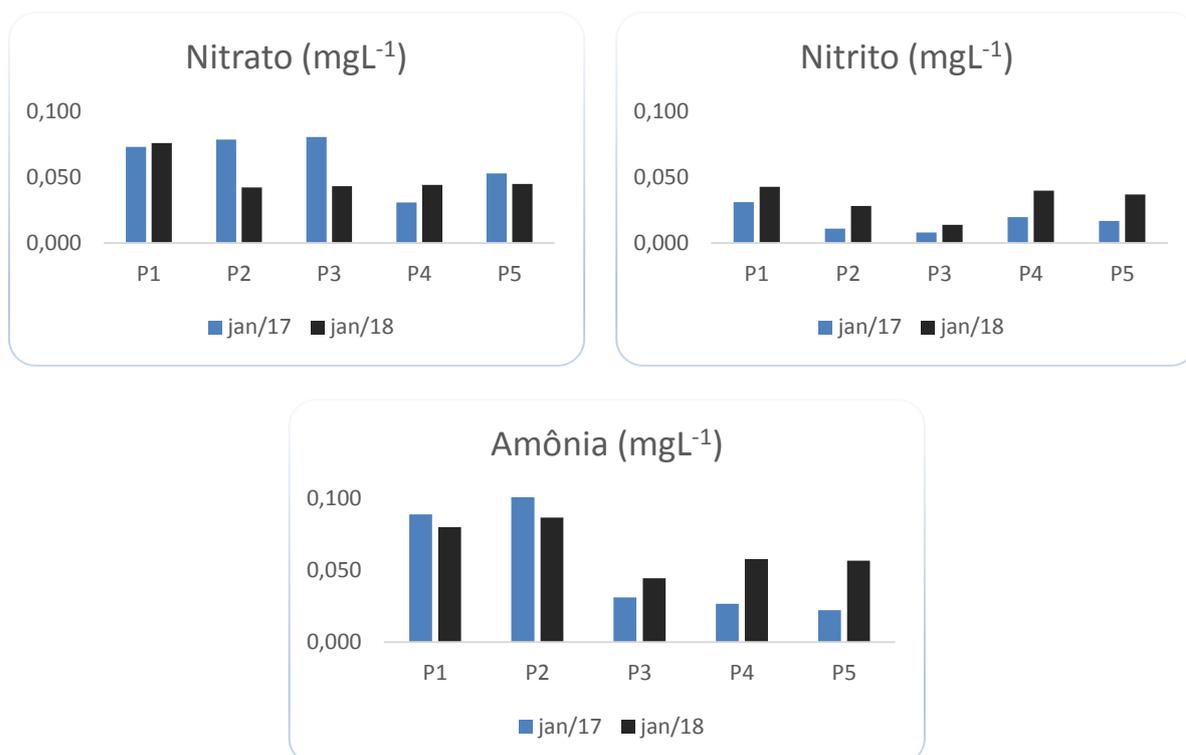
O nitrogênio apresenta-se na água em várias formas e vários níveis de oxidação, sendo o nitrato a forma mais oxidada do nitrogênio, onde a amônia se oxida formando nitrito, que se oxida formando nitrato (COSTA; FLAUZINO, 2009). Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição, já que a poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto que uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato (VON SPERLING, 1996, p. 36).

As concentrações de nitrito e nitrato obtidas não apresentam valores expressivos (Figura 38), inclusive, os valores estiveram bem abaixo do limite estabelecido pela legislação ( $1 \text{ mgL}^{-1}$  para nitrito e  $10 \text{ mgL}^{-1}$  para nitrato). Apesar dos valores de nitrito e nitrato nas amostras do córrego Guanandy se enquadrarem nos padrões de aceitação da legislação, a avaliação destes parâmetros é importante para que seja caracterizado o nível de poluição das águas, uma vez que evidenciam a existência de lançamentos de resíduos (COSTA; FLAUZINO, 2009).

No primeiro período estudado, os valores de nitrato foram mais elevados nos três primeiros pontos, relacionado às áreas rurais da bacia. De acordo com Resende (2002, p.14), o nitrato é a principal forma nitrogenada associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias, pois o ânion nitrato tende a permanecer nas camadas mais superficiais do solo. O autor ressalta ainda que os solos tropicais, em especial os Latossolos (solo predominante na microbacia) parecem exibir capacidade de retenção de nitrato nas camadas subsuperficiais, devido à menor proporção ou ausência de matéria orgânica (RESENDE, 2002, p.22). Dessa forma, esse nutriente fica mais propenso ao processo de lixiviação, podendo ocorrer inclusive uma elevação considerável dessa variável em águas subterrâneas. Dessa forma, como o nitrato geralmente ocorre em baixos teores nas águas superficiais mas pode atingir altas concentrações em águas subterrâneas, assim, provavelmente, este também seja o

motivo das maiores concentrações terem sido observadas nos pontos de afloramento (VERONEZ, 2011).

Figura 38 – Variação nas concentrações de nitrato, nitrito e amônia no córrego Guanandy – Janeiro/2017 e Janeiro/2018



Os valores de nitrito em todos os pontos foram mais elevados no segundo período. Segundo dados da Eletrosul (2014, p.78), o nitrito é a forma do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades reduzidas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio. Como é uma forma transitória e é rapidamente oxidada a nitrato, sua persistência indica despejo contínuo de matéria orgânica ou que essa fonte encontra-se a pouca distância do ponto onde foi feita a amostragem para análise.

Segundo Batalha e Parlato (1993, citados por Alaburda e Nishihara, 1998, p.161), a amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato através do processo microbiano de nitrificação (RESENDE, 2002), e em quantidades excessivas, é bastante tóxica aos organismos aquáticos (BRASIL, 2014). Os teores de amônia se

elevaram nos pontos P1 e P2 nos dois períodos, e como a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição próximas, provavelmente esse aumento é devido ao acúmulo de dejetos provenientes dos animais que usam o local para dessedentação. Varnier e Hirata (2002, p.102) observaram em seu estudo que existe uma predominância dos compostos menos oxidados (como nitrogênio orgânico e amônia) próximos ao sistema de fossas sépticas. Águas naturais em geral contêm nitrato em solução. Já as que recebem esgotos podem conter quantidades variadas de outros compostos nitrogenados menos oxidados (como amônia e nitrito), denunciando, no caso, poluição recente (ELETROSUL, 2014, p.79).

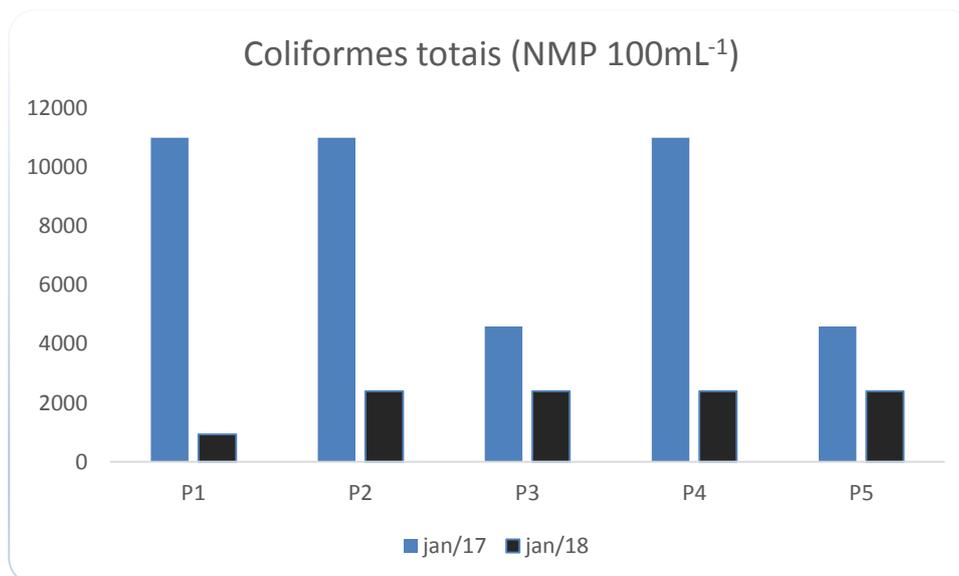
As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como indicadores de contaminação, pois habitam normalmente o intestino de homens e animais, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes (BRASIL, 2014).

As águas superficiais raramente estão livres de contaminação, mesmo nas bacias com pouca ou nenhuma atividade humana. Felipe (2009, p.149) explica que no próprio solo – poluído ou não – existem bactérias constituindo um ecossistema edáfico e os coliformes totais são bactérias “ambientais”, sendo naturalmente encontrados no meio (VON SPERLING, 1996). Já os outros tipos, em princípio, exigem uma fonte poluidora, portanto os valores mais significativos para a indicação de contaminação da água por resíduos fecais são os de coliformes fecais e *Salmonella sp*, já que essas bactérias não são encontradas naturalmente no ambiente, mas nos intestinos de animais homeotérmicos (FELIPPE, 2009, p.146). Normalmente a qualidade microbiológica da água é analisada por meio de coliformes termotolerantes (coliformes totais são utilizados apenas como indício de contaminação), já que caracterizam poluição originária de dejetos fecais de animais de sangue quente e indicam que outros patógenos podem estar presentes, representando risco à saúde.

A concentração de coliformes totais foi elevada em todos os pontos na primeira coleta, principalmente no P1, P2 e P4 (Figura 39). Estudos realizados por Jawetz, Melnick e Adelberg (1998) revelaram que na maioria das nascentes analisadas por eles, a presença de animais domésticos (observada através de pegadas e fezes), além de contribuir para diminuir o ritmo de recomposição da cobertura vegetal, pode ainda ocasionar a contaminação da água por bactérias patogênicas oriundas do seu trato gastrointestinal. Isso explicaria a elevada

concentração de coliformes totais na nascente do córrego (P1 e P2). Já no ponto P4 a falta de saneamento adequado do bairro São Francisco justificaria a elevada carga bacteriana no período.

Figura 39 – Coliformes totais (CT) nas águas do córrego Guanandy – Janeiro/2017 e Janeiro/2018



De acordo com Cunha (2001) durante a estação das chuvas, a concentração de coliformes na água tende a aumentar significativamente. Na época das águas o deflúvio superficial que escoar em direção ao córrego, contribui maciçamente para a poluição do mesmo, carregando sedimentos de seu entorno, fazendo com que o corpo hídrico receptor tenha suas águas contaminadas, podendo vir a comprometer sua qualidade (SCHOLTEN, 2009). Porém, no segundo período a concentração de coliformes totais foi mais reduzida, o que poderia ser explicado pela elevada precipitação pluviométrica no período, ocasionando a consequente diluição das águas e redução dessas bactérias nas amostras (ALVES; SUHET; AMARAL, 2006).

No meio rural, a água utilizada para dessedentação dos animais geralmente é negligenciada quanto à qualidade microbiológica. Segundo Amaral (2001), uma produção animal de qualidade está relacionada ao acesso à água de dessedentação com as mesmas condições de potabilidade da água de consumo humano, evitando assim a transmissão de agentes patogênicos, que podem ocasionar diversas enfermidades nos rebanhos.

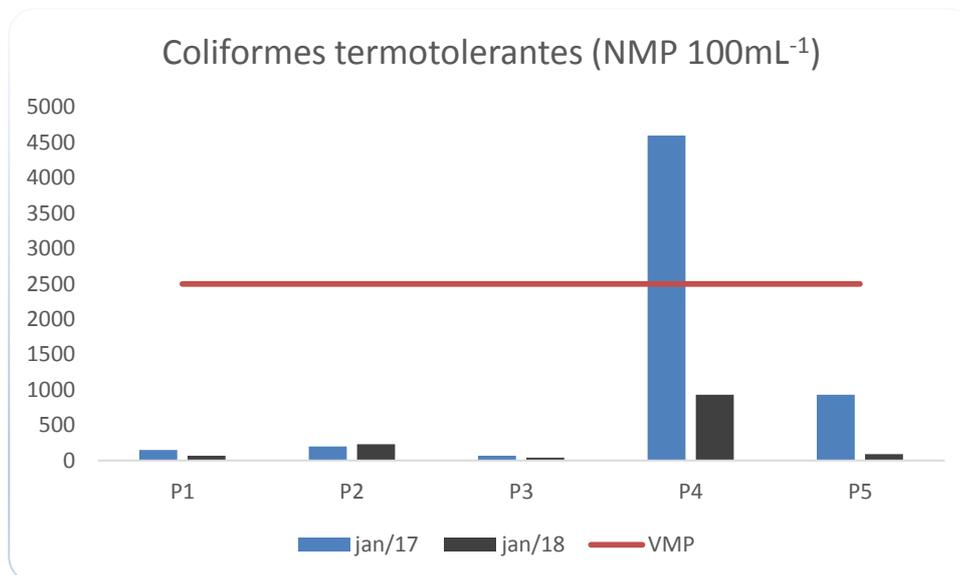
Os coliformes termotolerantes, também chamados de termo resistentes ou fecais, são um grupo de bactérias que indicam a contaminação da água somente por fezes. São utilizados como organismos indicadores de contaminação e revelam a potencialidade da veiculação de doenças pela água (APHA, 2005). As fezes humanas, por exemplo, contêm cerca de 200 bilhões de coliformes, que são eliminados diariamente (COSTA; FLAUZINO, 2009). Sabe-se que ambientes com excessiva concentração dessas bactérias podem estar recebendo constantes despejos oriundos de efluentes domésticos sem tratamento adequado. Observou-se que os valores mais elevados foram encontrados nos pontos P4 e P5 no primeiro período de coleta, provavelmente devido à ocupação urbana, cujas instalações na maior parte das vezes não possuem planejamento urbano nem sanitário.

É importante observar que no ponto P4, em Janeiro/2017, a taxa de coliformes termotolerantes ultrapassou os padrões definidos para Classe 3, segundo a Resolução CONAMA n° 357/05, onde o VMP de coliformes termotolerantes para o uso de recreação de contato secundário não deve exceder 2500 coliformes termotolerantes/100mL. Para a dessedentação de animais não deve ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes/100 mL e para os demais usos o limite é de 4000 coliformes/100 mL, conforme a Figura 40.

Observa-se que a contaminação por coliformes termotolerantes nos três primeiros pontos é mais reduzida por ter pouca interferência antrópica nesse sentido. Nos pontos localizados no perímetro urbano a contaminação é mais elevada, já que o bairro São Francisco não possui sistema de coleta de esgotos adequado, assim, provavelmente existem fontes de contaminação pontual, cujos efluentes domésticos são despejados diretamente no canal sem nenhum tratamento.

Na maioria das cidades, grande quantidade do esgoto domiciliar não recebe nenhum tipo de tratamento. Em Aquidauana, a Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul S/A (SANESUL) é a instituição responsável pela coleta e tratamento de esgotos, além do abastecimento de água potável. A empresa atua através do regime de concessões para operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

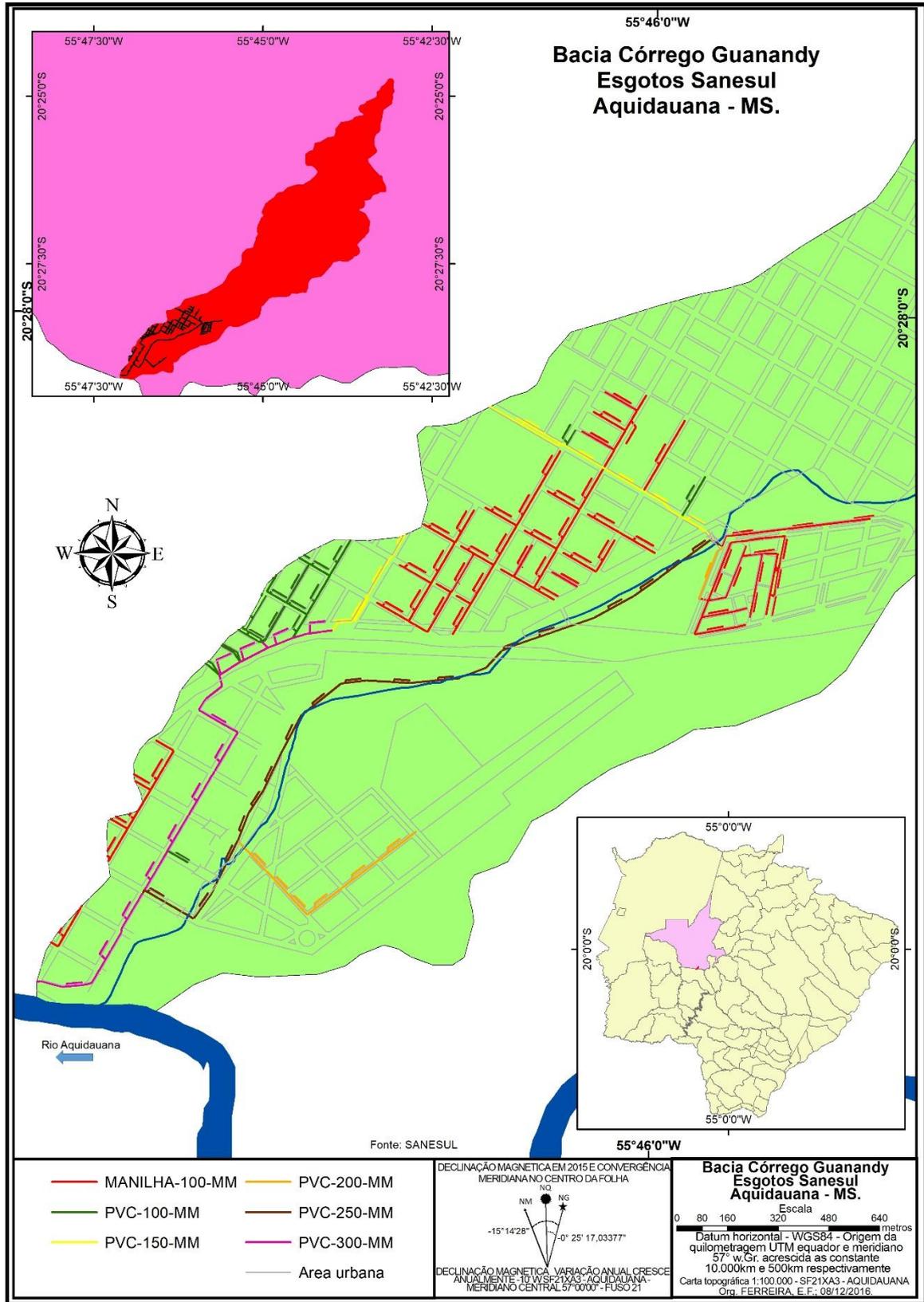
Figura 40 – Valores de coliformes termotolerantes (CTT) nas águas do córrego Guanandy em Jan/2017 e Jan/2018 e o valor máximo permitido (VMP), segundo a Resolução CONAMA 357/05



Segundo dados do IBGE, Aquidauana possuía em 2010 cerca 28,2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, ficando em 20º lugar entre os 79 municípios do Estado. As instalações sanitárias dos domicílios são consideradas adequadas quando são ligadas à rede geral ou fossa séptica, e inadequadas quando os domicílios possuem fossa rudimentar ou quando não a possuem (VETTER; SIMÕES, 1981 apud SANTOS, 2008, p. 20). Ambientalmente, a rede de esgotamento sanitário diminui o risco de contaminação do lençol freático e dos corpos d'água, além de evitar as ligações clandestinas nas redes de águas pluviais, já as fossas podem acarretar, além dos transtornos, riscos para a saúde da população (IORIO et al., 2009).

Até 2012, a cidade de Aquidauana não apresentou nenhum setor com 100% de domicílios atendidos pelo sistema coletor da rede geral ou por fossa séptica. Dos bairros inseridos na bacia do córrego, apenas o bairro Guanandy e parte do Centro da cidade possuem atendimento acima dos 90%. Já o Bairro da Serraria e Vila 40 entre 50% a 90% (Figura 41), e a grande maioria dos outros bairros ficaram abaixo de 5% de domicílios atendidos (SANTOS, 2012, p. 31), o que leva a inferir que provavelmente as ligações de esgoto clandestino, em sua maioria, são feitas na rede pluvial.

Figura 41 – Rede de esgotamento sanitário fornecida pela Empresa Sanesul na bacia do córrego Guanandy



Segundo Santos (2012), os possíveis motivos podem ser o custo da taxa de esgoto, a fragilidade de legislação específica que discipline tal cenário e a ausência de campanhas de educação que demonstrem a importância e as vantagens da regularização da destinação adequada do esgoto doméstico à saúde pública. Segundo a SANESUL, atualmente, o atendimento da coleta e tratamento de esgoto alcança aproximadamente 31% da população nos sistemas que a empresa possui concessão, e apresenta uma cobertura de rede próxima a 43% nesses mesmos locais (SANESUL, 2016).

Assim, a situação do esgotamento sanitário de Aquidauana é preocupante, pois possui uma alta porcentagem de domicílios atendidos por outras formas de instalações sanitárias, colocando em risco a saúde da população e do meio ambiente (SANTOS, 2012, p. 41). É importante salientar que o sucesso do trabalho realizado na área de saneamento pelas empresas responsáveis também depende da atuação da comunidade e de sua mudança comportamental, onde a educação ambiental atuaria como medida preventiva, cuja finalidade seria sensibilizar a população, levando à reflexão sobre sua conduta em relação ao meio ambiente e sua qualidade de vida (IORIO et al., 2009).

Observa-se que as atividades antrópicas comprometem diretamente as águas do córrego devido à introdução de nutrientes, cujos principais fatores identificados como causadores e responsáveis pelo processo de contaminação e degradação são principalmente as atividades agropecuárias (nas áreas de afloramento do córrego), e na zona urbana, as habitações, comércio, além de um laticínio. Diversos moradores do entorno testemunham que o laticínio vem lançando resíduos 'in natura' no córrego e inclusive alguns residentes, juntamente com o poder público, entraram com pedidos de providência junto ao Ministério Público e na Câmara dos Vereadores de Aquidauana. Também existem áreas que são utilizadas para depósito de lixo e restos de materiais de construção, cujos responsáveis são os próprios moradores do local e de setores circunvizinhos.

### **5.3 Impactos ambientais na área das nascentes**

Já os impactos ambientais na área de nascentes foram avaliados a partir da interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN, apresentado por Gomes, Melo e Vale (2005) e aprimorado por Felipe (2009). A utilização desse índice possibilita uma proposta de classificação do grau de impacto de nascentes que pode

ser considerada simples, prática, didática e com resultados satisfatórios (FELLIPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2012). O objetivo deste procedimento é verificar de forma qualitativa os impactos que a área vem recebendo e o grau de proteção em que as nascentes se encontram.

De acordo com a análise macroscópica realizada, a água apresentava cor escura, com forte cheiro, provavelmente devido aos animais presentes. Não foram detectados esgoto sendo lançado diretamente no local, espumas, óleo ou lixo flutuantes na lâmina d'água. Assim, a pontuação foi atribuída conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Índice de impacto ambiental da nascente do córrego Guanandy

<b>Parâmetros</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Classificação</b>
Cor da água	1	Escura
Odor	1	Cheiro forte
Lixo ao redor	3	Não há
Materiais flutuantes	3	Não há
Espumas	3	Não há
Óleos	3	Não há
Esgoto	3	Não há
Vegetação	1	Degradada
Uso por animais	1	Presença
Uso por humanos	2	Apenas marcas
Proteção do local	2	Com proteção (com acesso)
Proximidade com residências ou estabelecimentos	3	Mais de 100m
Tipo de área de inserção	2	Propriedade privada
<b>Resultado</b>	<b>28</b>	<b>Ruim</b>

Segundo Botelho et al. (2001), a coloração marrom da água pode ser causada pela presença de partículas de rocha, argila, silte, algas e microrganismos e pela decomposição da matéria orgânica. Já o forte odor no local (que também foi observado em visitas posteriores), pode ser decorrente da presença dos animais que utilizam o local para dessedentação (Figura 42).

Apesar de não ter sido observado um volume expressivo de lixo, materiais flutuantes, óleo ou despejo de esgoto diretamente nos locais de coleta, a vegetação no entorno se encontra bastante descaracterizada pela presença de pastagem, ficando evidente o descumprimento das leis ambientais na área. A falta de proteção e a proximidade com residências são os principais fatores que influenciam negativamente os impactos evidenciados nas áreas de afloramento (GOMES; MELO;

VALE, 2005), e no caso das nascentes do córrego Guanandy, a tendência é o agravamento em função da retirada da cobertura vegetal e do parcelamento da área devido à tendência da expansão urbana para esses locais.

Figura 42 – Presença de animais na área de nascentes do córrego Guanandy



Foto: Adriana de Barros (Jan/2017)

A proposta metodológica adotada atingiu resultados satisfatórios o objetivo de classificar o grau de impacto das nascentes estudadas. O resultado final mostra que as nascentes do córrego Guanandy se encontram em situação ruim com relação às condições de preservação, indicando elevado grau de impacto ambiental nessas áreas. De acordo com Torres (2016), trabalhos utilizando a mesma metodologia encontraram resultados variados, porém, concordam que o maiores problemas observados se referem à falta de proteção das nascentes e o uso e ocupação do solo, já que os impactos derivados destes podem alterar substancialmente a qualidade ambiental destes pontos.

O parcelamento da área, a retirada da cobertura vegetal, a impermeabilização do solo e ações negativas promovidas pelos moradores (movimentação de lixo, entulho, terraplanagem, caça e pesca ilegais, entre outras) tendem a provocar a degradação paulatina das APPs (MENDONÇA, 2000).

As nascentes são importantes em inúmeros aspectos, portanto é de extrema importância o trabalho de planejamento e de educação ambiental visando a proteção e preservação dessas áreas mais frágeis.

De acordo com os resultados obtidos, é evidente a pressão urbana e o avanço da fronteira agropecuária sobre as áreas de preservação permanente do córrego

Guanandy, portanto, é indispensável a implementação de ações voltadas à recuperação das áreas degradadas ou alteradas, com intuito de resgatar, a partir do envolvimento social, as matas ciliares e áreas das nascentes.

Segundo Tucci (2002, p.05), o processo de urbanização e a expansão irregular das periferias não atendem as normas específicas sobre loteamentos dos Planos Diretores das cidades, assim, a ocupação de áreas públicas por população de baixa renda dificulta o ordenamento e o controle ambiental. O autor sugere ainda que se não forem realizadas mudanças na forma de gerenciar o espaço nas cidades, o prejuízo para a população e para o ambiente podem se tornar irreversíveis.

Além do planejamento urbano deficiente, o córrego também sofreu canalizações em alguns locais. O processo de canalização surgiu pela necessidade de adequação do ambiente urbano às condições de vida da cidade, porém essa transformação gerada no meio natural, tem gerado um impacto direto nos córregos e na população. O processo de canalização em córregos gera o aumento da velocidade do fluxo de água, que por sua vez ao chegar ao término do canal, causa o solapamento das margens do córrego provocando erosões e, conseqüentemente, o assoreamento do mesmo (CARRIJO; BACCARO, 2000). Associado a falta de mata ciliar, o processo ocorre ainda com maior intensidade, aumentando inclusive o problema de inundações na área de drenagem.

Para Souza et al. (2016, p. 64), o planejamento ambiental é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento das cidades e para a expansão urbana, além de ser um processo sistêmico, que visa atingir metas e objetivos de caráter ambiental. Citando Barbosa e Barbosa (2006, p.08), proteger o meio ambiente não significa impedir o desenvolvimento, o que se faz necessário é promover o desenvolvimento em harmonia com o meio. A identificação e a caracterização das nascentes, bem como a preservação de matas ciliares, configura um importante papel na manutenção e conservação dos recursos hídricos. Dentro desse contexto, o Plano Diretor Municipal funcionaria como ordenador no processo de expansão da cidade de Aquidauana para que haja um equilíbrio entre a expansão urbana e o meio ambiente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas urbanas, a irregular conservação do solo e as reduzidas áreas de matas influenciam diretamente na qualidade e na disponibilidade hídrica. A recuperação de uma área degradada, é uma atividade multidisciplinar que exige uma abordagem sistemática de planejamento e visão em longo prazo.

Sabe-se que o conjunto de variáveis que discriminam a qualidade da água é diretamente influenciado pela variação sazonal, porém, em ambientes com forte influência antrópica, os principais fatores determinantes para as características físicas, químicas e biológicas são os impactos provocados pelas atividades socioeconômicas das populações. Os valores encontrados na análise das variáveis nas amostras das águas do córrego Guanandy são reflexos da atividade antrópica da área, apresentando assim um elevado nível de poluição orgânica que vem interferindo diretamente na qualidade das águas desse córrego. Os pontos associados aos locais mais habitados ao longo do curso mostram claramente o efeito dos despejos urbanos lançados no córrego e estudos anteriores também mostram que nos pontos localizados na área urbana foram encontradas as maiores concentrações das variáveis associadas à poluição humana. Soma-se a isso a influência da precipitação no período das coletas, já que provavelmente no período de estiagem as fossas sépticas das residências localizadas próximas ao canal do córrego não estão saturadas com a entrada externa de água. Desse modo, a capacidade de filtragem do solo é mais lenta, reduzindo a concentração de poluentes diretamente no canal. Já no período de chuvas, existe a possibilidade de saturação das fossas pela entrada de água, o que facilitaria o deslocamento de nutrientes através das camadas superficiais menos compactadas, elevando a carga de material alóctone no córrego. Por outro lado, há de se considerar o aumento do volume de água e da velocidade da correnteza, que pode favorecer a diluição da concentração dos contaminantes ao longo do canal.

Além disso a taxa de oxigênio dissolvido reduzida também indica atividade microbiana no local, e a presença de bactérias coliformes em todos os pontos indica a necessidade de cautela quanto ao uso da água bruta do córrego para fins de recreação, dessedentação animal e irrigação de hortas. Assim, de modo geral, os resultados obtidos demonstram que o comportamento de algumas variáveis estudadas são reflexos das atividades antrópicas que ocorrem de forma desordenada

na bacia do córrego Guanandy, indicando a deterioração da qualidade da água em função da degradação ambiental e da precária infraestrutura urbana, que não atende à pressão demográfica da área.

É importante lembrar ainda que a Lei Orgânica do Município, no Capítulo V e Art.199, proíbe o lançamento de efluentes e esgotos urbanos e industriais, sem o devido tratamento, em qualquer corpo d'água local (AQUIDAUANA, 2007). Ainda segundo a referida Lei, a Educação Ambiental também deveria ser oferecida como disciplina nas escolas municipais, porém segundo Joia e Silva (2003, p.42), ela é deixada à margem na maioria das escolas das redes pública e privada, estando, infelizmente, longe de ser uma disciplina organizada e com efeitos positivos.

Deve-se ainda considerar colocar em prática o planejamento ambiental, para que sejam realizadas medidas de preservação e recuperação das áreas degradadas através de adoção de medidas básicas no monitoramento dos corpos d'água por meio de práticas que não prejudiquem o escoamento superficial da água, que minimizem a erosão e compactação do solo. Deve estar implícita a principal intenção do planejamento do meio físico, que seria a ampliação e recuperação das matas ciliares através da inserção de espécies, além de propor formas de recuperação das nascentes inseridas em propriedades particulares.

Implantar um plano de recuperação ambiental é uma forma de amenizar os efeitos danosos da degradação e deve ser elaborado de acordo com as peculiaridades do local. O plano deve ter por objetivo reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que permitam a avaliação daquele ambiente e a consequente definição de medidas adequadas à recuperação da área conforme proposto pelo IBAMA, 2011, estabelecendo o planejamento para o uso do solo, visando a obtenção da estabilidade ecológica e ambiental. Geralmente, esse tipo de planejamento é realizado em chácaras e fazendas que necessitam manter ou recuperar reservas legais ou APP. Também pode ser utilizado em casos de recuperação ambiental de rios, córregos e nascentes, já que todas as áreas classificadas como APP e reserva legal deverão ser recompostas integralmente segundo o Novo Código Florestal Brasileiro de 2012.

Por fim, como proposta inicial para a recuperação das áreas de afloramento do córrego Guanandy, sugere-se:

- O levantamento de dados do entorno (já iniciado nesse trabalho) e o cadastramento das nascentes com o intuito de diagnosticar a situação atual das mesmas;
- Delimitação das APPs, com base no Código Florestal, das áreas de alta restrição (principalmente áreas de nascentes e nas margens do córrego), promovendo o isolamento da área, a fim de recuperar a área desmatada através do plantio de espécies nativas do Cerrado (descrito no item 2.5.4), restaurando as condições naturais do meio;
- Estabelecer parcerias com órgãos ambientais e com o poder público para a preservação e monitoramento das áreas de interesse e do entorno;
- O incentivo a agricultura familiar, de acordo com a realidade dos produtores, e o uso agropecuário sustentável do solo mantendo os fragmentos florestais;
- Estimular o envolvimento da população através de projetos, ações e programas educacionais voltados à questão ambiental, incentivando a participação e mobilização da comunidade;
- Nas zonas urbanizadas da bacia, delimitar a faixa da planície de inundação, evitando a ocupação nestas áreas, além de desenvolver projetos de educação ambiental com os moradores para reduzir a poluição e contaminação hídrica, que é um dos grandes problemas da bacia;
- Solicitar a regularização das ligações clandestinas de esgoto dos bairros no entorno do córrego como forma de diminuir a carga lançada no canal;
- Dar continuidade ao monitoramento da qualidade das águas do córrego Guanandy para avaliação da relação causa-efeito dos impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista Saúde Pública**. v. 32, n. 2. São Paulo, 1998. p.160-165.

ALBUQUERQUE, D.; FAUSTINO, B. P.; PEREIRA, R. H. G.; BARROS, A. Composição zooplancônica (Copepoda/Cladocera) em dois períodos distintos de uma lagoa no município de Aquidauana, MS. In: VI Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal (SIMPAN). **Anais...** Corumbá – MS, 26 a 29 nov 2013.

ALENCAR, D. B. S.; SILVA, C.; OLIVEIRA, C. A. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica no Distrito Federal. **Engenharia Agrícola**. v. 26, nº 1. Jaboticabal, jan/abr 2006. p. 103-112.

ALVES, D. M.; SUHET, M. I; AMARAL, A. A. Avaliação na redução de coliformes e *Aeromonas* spp. em um efluente de suinocultura. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais...** Vale do Paraíba: Univap, 2006.

AMARAL, L. A. **Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2001. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal – SP.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Boletim de monitoramento da Bacia do Alto Paraguai**. v.7, n.08, Brasília, ago. 2012. p. 1-22. Disponível em: <http://goo.gl/Pfh2PZ>. Acesso em 08 ago 2016.

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serrapilheira para a recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 220. Belo Horizonte – MG, 2003. p.55-63.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. Seleção dos indicadores de qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, Jaboticabal, 2007. p. 683-690.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 15<sup>a</sup> ed. Washington - DC, 1985.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 19<sup>a</sup> ed. Washington – DC, 1995. 1368p.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 20<sup>a</sup> ed. Washington – DC, 1998.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21<sup>a</sup> ed. Washington – DC, 2005.

AQUIDAUANA. Parque do Pirizal é limpo em ação conjunta entre Prefeitura e moradores da região. **Prefeitura Municipal de Aquidauana**. Publicado em 01/07/2016. Disponível em: <http://goo.gl/PKRVvS>. Acesso em 01 set 2016.

ARTIGAS, E. F. **Inundações no espaço urbano da cidade de Aquidauana – MS**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS.

ARTIGAS, E. F.; LOUBET, E. N.; ANUNCIÇÃO, V. S. Inundações e riscos na cidade de Aquidauana – MS. **Revista Territorium**. n.19, 2012. p.55-62.

AYACH, L. R.; BACANI, V. M.; SILVA, J. F. Unidades de Conservação no Pantanal do município de Aquidauana – MS: uma análise da evolução do uso da terra e cobertura vegetal e suas implicações. **Caderno de Geografia**, v.24, n.42, 2014. p. 138-154.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura: Estudos, irrigação e drenagem**. Tradução: GHETY, H. R.; MEDEIROS, J. F. (Revisado). Campina Grande-PB: UFPB, 1999. 153p.

BALDRAIA, A. A produção do espaço em Aquidauana no início do século XXI: elementos para compreender a difusão do processo de financeirização no Brasil. In: XI Encontro Nacional da ANPEGE. **Anais...** Presidente Prudente – SP, 9 a 12 out de 2015. p. 698-709.

BARBOSA, L. M. **Manual sobre princípios de recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: SMA/CEAM/CINP, 2000. 76p.

BARBOSA, L. M. (Coord). Workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no Estado de São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, K. C. Políticas públicas para recuperação florestal em áreas degradadas do estado de São Paulo: histórico e novas propostas. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Marília, SP: Instituto de Botânica, 2006. p.06-30.

BARROS, W. M.; GOMES, R. L.; MARCATO JUNIOR, J. Análise dos contingentes populacional e habitacional da Cidade de Aquidauana – MS: Atualização e Perspectiva. **Revista GeoPantanal**. n.19. UFMS/AGB, Corumbá-MS, jul/dez 2015. p. 59-69.

BATALHA, B. H. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB, 1993. 198p.

BERGAMIN, J. S. Impactos ambientais e agricultura familiar: como esta relação apresenta-se no espaço rural paranaense. **Ciência e Natura**, v.38 n.1. Santa Maria, 2016. p. 206–214.

BEZERRA, K. L. P.; FERREIRA, A. H. C.; CARDOSO, E. S.; MONTEIRO, J. M.; AMORIM, I. S.; SANTANA JUNIOR, H. A.; SILVA, R. N. Uso de biodigestores na suinocultura. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.11, n.5. Nutritime Ltda., set/out 2014. p. 3714–3722.

BIONDO, A. **Estudo da reposição da mata ciliar do Baixo Curso do Córrego João Dias**. 2004. 77p. Monografia (Licenciatura e Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana. Aquidauana – MS.

BORTOLOZO, F. R.; FROEHNER, S.; PARRON, L. M. Diagnóstico ambiental de uma nascente na cabeceira de drenagem do rio Tibagi, município de Ponta Grossa: análise preliminar. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Água: desenvolvimento econômico e socioambiental. **Anais...** Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre – RS, 2013.

BOTELHO, C. G.; CAMPOS, C. M.; VALLE, R. P. H.; SILVEIRA, I. A. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água**. Ed. UFV, Lavras, 2001. 187p.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em bacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al. (org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. p. 268-300.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à Engenharia Sanitária**. 3ª ed. São Paulo: CETESB/ACATESB. São Paulo, 1986. 640p.

BRANCO, C. W. C.; ROCHA, M. I. A.; PINTO, G. F. S.; GÔMARA G. A.; DE FILIPPO, R. Limnological features of Funil Reservoir (RJ, Brazil) and indicator properties of rotifers and cladocerans of the zooplankton community. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**. Vol. 7 Issue 2, Jun 2002. p. 87-92.

BRASIL. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Folha SE 21 Campo Grande. Rio de Janeiro – RJ, 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. 112p.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo**. Brasília, 2006. 212p.

BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, B.; ALLASIA, D.; COLLISCHONN, W.; VILLANUEVA, A.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da perda ou ganho lateral dos rios no Pantanal. In: 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul. **Anais...** Simpósio de Águas da AUGM, Santa Maria – RS, 2005. Disponível em: <https://goo.gl/Kv3rBi>. Acesso em 10 ago 2016.

BRITO, L. T. L. **Avaliação dos impactos das atividades antrópicas sobre os recurso hídricos da bacia do Salitre- Bahia e classificação das fontes hídricas**.

2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, PB. 184p.

CALHEIROS, R. C.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Piracicaba – SP, 2004.

CAMPAGNARO, V. F. **Índice de qualidade de água e déficit de oxigênio dissolvido como indicadores ambientais no monitoramento de microbacias**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Cascavel – PR. 77p.

CAPPI, N.; BARROS, A. PEREIRA, R. H. G. Qualidade química e sanitária das águas do córrego João Dias. In: AYACH, L. R.; CAPPI, N.; PEREIRA, R. H. G. (Org). **A bacia hidrográfica do Córrego João Dias: uma análise ambiental integrada**. Campo Grande – MS: UFMS Editora, 2012. p.45-60.

CARMO, J. P. A.; SILVA, P. D. D. A bacia hidrográfica como unidade de estudo, planejamento e gestão. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos. **Anais...** Porto Alegre – RS, 2010.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos da Geografia**, v.1 n 2. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, dez 2000. p.70-83.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**. v.23, n.5. São Paulo – SP, 2000. p.618-622.

CARVALHO, E. M. **Riscos ambientais em bacias hidrográficas: um estudo de caso da bacia do Córrego Fundo, Aquidauana – MS**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana. Aquidauana – MS. 160p.

CARVALHO, E. M. **Análise diagnóstica de indicadores de erosão do solo da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana – MS**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro – SP. 144p.

CARVALHO, K. J.; SOUZA, A. L.; MACHADO, C. C. **Ecologia, manejo, silvicultura e tecnologia da macaúba**. Convênio de Cooperação Técnica - SECTES/FAPEMIG. Viçosa-MG, 2011. Disponível em: <https://goo.gl/rCgX2i>. Acesso em 16 ago 2016.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.36, Volume Especial. Presidente Prudente – SP, 2014. p. 26-43.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005].

CEMTEC/MS – Agraer. Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. **Banco de Dados**. Disponível em: [http://www.cemtec.ms.gov.br/?page\\_id=15](http://www.cemtec.ms.gov.br/?page_id=15) Acesso em 23 de janeiro de 2017.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Análise físico-química para controle de estação de tratamento de esgoto**. São Paulo, 1977.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Nov/2009. Disponível em: <http://goo.gl/SOoBE9>. Acesso em 27 jul 2016.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo, 2011. 327p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 1980. 188p.

CLAUDINO, E. S.; TALAMINI, E. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.1. Campina Grande – PB, 2013. p.77-85.

CONCEIÇÃO, I. G.; JARDIM, A. N. O. O alumínio no solo do Cerrado. In: 63ª Reunião Anual da SBPC, 10 a 15 jul 2011, Goiânia-GO. **Anais...** UFG, 2011. Disponível em: <http://goo.gl/n0HrJP>. Acesso em 28 jul 2016.

CORDEIRO, B. M.; FACINCANI, E. M. Caracterização físico-química de ambientes lóticos das bacias dos rios Aquidauana e Taboco. In: X Encontro de Iniciação Científica da UFMS. Cultura e Fronteiras. **Anais...** Campo Grande – MS: Editora da UFMS, 2009. Disponível em: <http://goo.gl/0y1qIM>. Acesso em 10 ago 2016.

CORREA, E. A. **Estudo florístico em trechos do córrego Guanandy. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana. Aquidauana – MS.

CORSON, W. H. **Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do Meio Ambiente**. 2ª edição. São Paulo: Ed. Augustus, 1996. p. 155-173.

COSTA, P. S. M.; FLAUZINO, F. S. Qualidade da água na porção superior na bacia do córrego Galheiros em Xapetubas, município de Monte Alegre de Minas e Uberlândia, MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: a Geografia Aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza. **Anais...** Viçosa-MG, 2009.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Aquidauana. Folha SF.21-X-A. – Escala 1:250.000. Estado de Mato Grosso do Sul. GODOI, H. S. (Org). Brasília: CPRM, 2001. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/plgb/aquidauana/aquidauana\\_geologia.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/aquidauana/aquidauana_geologia.pdf). Acesso em 16 out 2017.

CUNHA, A. C. Levantamento de parâmetros físico-químicos e hidráulicos para a avaliação da qualidade da água em escoamentos naturais – desenvolvimento do distrito industrial/AP na Bacia do Rio Matapi. **Relatório Anual**. Macapá: CNPq/IEPA/Gerco, 2001. 58p.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JUNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 9, n. 4, Rio de Janeiro – RJ, dez, 2004. p. 322-328.

CUNHA, E. R.; BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y. Utilização de imagem de alta resolução espacial para o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal. **Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 19, n. 2, UFSM, maio/ago, 2015.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 284p.

DARNIZOT, C. **A expansão urbana de Aquidauana como incentivo na reorganização da produção econômica nas propriedades rurais no Morrinho**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS. 137p.

DIAS, M. M. **Implicações do crescimento urbano de Aquidauana na bacia hidrográfica do córrego Guanandy**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto. Influência do lançamento do efluente de lagoas de estabilização das águas do Arroio do Salso. **ECOS Pesquisas**, nº 5, ano 2. Porto Alegre – RS, 2001.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v.25, nº 1. Jaboticabal, jan/abr, 2005. p.115-125.

DUARTE, R. M. R.; CASAGRANDE, J. C. Interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Marília – SP: Instituto de Botânica, 2006. p. 60-77.

ELETROSUL. Ministério de Minas e Energia. **Monitoramento da qualidade de água superficial do reservatório da Usina Hidrelétrica Passo São João UHE-PSJ**. Relatório 18, set. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/2RHpi7> Acesso em 18 jan 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 286p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília – DF: EMBRAPA, 2013. 376p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Zoneamento Agroecológico do Município de Aquidauana – MS. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 185. Rio de Janeiro – RJ, 2011. 63p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro – RJ: Interciência Editora, 1998. 602p.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 136p.

FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. (Ed.) **Índice do uso sustentável da água (ISA-AGUA), região do sub-médio São Francisco**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna – SP, 2006.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: E.P.U., 2003. 196p.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia. Belo Horizonte – MG. 277p.

FELLIPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte – MG. **Geografias**. v.8, n.2. Belo Horizonte – MG, jul/dez 2012. p.08-23.

FERNANDES, E.; ALFONSIN, B. **A lei e a ilegalidade na produção do espaço urbano**. Belo Horizonte – MG: Ed. Del Rey, 2003. 485p.

FERNANDES, E. F. L. **Representação socioespacial no baixo curso do rio Aquidauana: estratégias educativas para gestão de desastres naturais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus De Aquidauana. Aquidauana – MS. 117p.

FERNANDES, E. F. L.; ANUNCIAÇÃO, V. S. Análise ambiental no baixo curso do rio Aquidauana: organização do espaço e impactos repercutidos na planície de inundação da cidade de Aquidauana/MS. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. **Anais...** Vitória – ES, 10 a 16 ago 2014.

FIDALGO, A. O.; BARBOSA, K. C. A importância da interação animal-plantas na recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Marília – SP: Instituto de Botânica, 2006. p. 49-59.

FINA, B. G. **Caracterização fitofisionômica da fazenda experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, município de Aquidauana-MS**.

2009. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus de Rio Claro. Rio Claro – SP. 122p.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Editora Annablume, FAPESP, 2001.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; CHAVES NETO, A.; RIZZ, N. E. A influência da floresta ciliar sobre a temperatura das águas do rio Capivari, região Cárstica Curitibana. **Floresta**. v. 35, n. 3, Curitiba – PR, 2005. p.395-407.

GABRIELLI, A. P. F.; ALMEIDA, N. P. Parque da Lagoa Comprida: Correlação entre usos e degradação ambiental de uma Unidade de Conservação em meio urbano. In: XII Encuentro de Geografos de America Latina. **Anais...** Montevideo-Uruguai, 2009.

GALLATO, S. L.; ALEXANDRE, N. Z.; PEREIRA, J. L.; PATRÍCIO, T. B.; VASSILIOU, M. FERNANDES, A. N.; FRASSETO, J.; VALVASSORI, M. L. Diagnóstico ambiental de nascentes no município de Criciúma, Santa Catarina. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1. Canoas – RS, 2011. p. 39-56.

GANDOLFI, S. Modelos de restauração de áreas degradadas aplicados às situações regionais. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Marília – SP: Instituto de Botânica, 2006. p.120-126.

GARCIA, G. O.; SOUZA, G. B.; PORTELLA, M. B. S.; RIGO, M. M.; DE PAULA, H.; CARDOSO, M. S. N. Caracterização do processo de contaminação das águas do Rio Cristal no município de Jerônimo Monteiro. **Engenharia Ambiental**. v. 8, n. 2. Espírito Santo do Pinhal – SP, 2011. p. 243-251.

GODÓI, E. L. **Monitoramento de água superficial densamente poluída: o córrego Pirajuçara, região metropolitana de São Paulo, Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/USP. São Paulo – SP. 117p.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**. v. 17 n. 32. Uberlândia – MG, jun 2005. p. 103-120.

GRADELLA, F. S.; SILVA NETO, J. C. A.; ECHEVERRIA, J. L.; LEITE, E. F.; SILVA, G.; PEREIRA, R. H. G. Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. In: 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal (SIMPAN). **Anais...** Campo Grande – MS: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 11-15 nov 2006. p.96-105.

GUANDIQUE, M. E. G.; NORONHA, I. R.; MUNIZ, P. S. L.; DERRITE, R. M.; IUREVICH, L. G. Análise ambiental da qualidade da água no rio Ipanema. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...** Brasília – DF, 22-27 nov 2015. p.1-8.

HACK, E. C.; SATURNINO, P. M. F. C.; MEINERZ, C. C.; NACKE, H.; ASSI, L.; GONÇALVES JR, A. C. Geração de resíduos provenientes da suinocultura na região Oeste do Paraná: Um caso de insustentabilidade. **Scientia Agraria Paranaensis**. V.10, Nº 2, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 2011. p. 21-36.

HARMANCIOGLU, N. B.; OZKUL, S. A.; ALPLASN, M. N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N. B.; SINGH, V. P.; ALPASLAN, M. N. (Ed.) **Environmental data management**. Water Science Technology Library, 27. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-100.

HOFFMANN, R. C.; MIGUEL, R. A. D.; PEDROSO, D. C. A importância do planejamento urbano e da gestão ambiental para o crescimento ordenado das cidades. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 3, n. 3. Ponta Grossa – PR, Dez/2011. p. 70-81.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília – DF: IBAMA, 1990. 96p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <https://goo.gl/sfqRaU>. Acesso em: 01 mar 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <http://goo.gl/VqKT8x>. Acesso em 09 ago 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas e vegetação**. 2004. Disponível em: <https://goo.gl/7OGNXV>. Acesso em 17 abr 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População e Geociências**. Disponível em: <http://goo.gl/HDHvM3>. Acesso em 26 jul 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro – RJ: IBGE, 2015. 430 p.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Métodos e técnicas para restauração da vegetação nativa**: Documento técnico para orientação na Restauração da Vegetação Nativa no Bioma Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Imasul, 2016a. 114p.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Restauração da vegetação nativa**: Cartilha de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais na Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Imasul, 2016b. 60p.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Unidades de Conservação Estaduais**. Disponível em: <http://goo.gl/qVFMmg>. Acesso em 12 ago 2016c.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET**. Nota

Técnica No. 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET, 2011. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo\\_iframe/pdf/Nota\\_Tecnica-Rede\\_estacoes\\_INMET.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo_iframe/pdf/Nota_Tecnica-Rede_estacoes_INMET.pdf) Acesso em 16 jan 2018.

IORIO, S. M.; ARCE, D. M.; MAGALHÃES, J.; MATTOS, A. B.; ZANON, A. M. A perspectiva da educação ambiental e o processo histórico do saneamento básico: a instalação das redes de água e esgoto nos municípios de Campo Grande/MS e Dourados/MS. **Interações**. v. 10, n. 1, Campo Grande – MS, jan/jun 2009. p. 63-72.

JACOB, A. C. P. **Tipos de nascentes**. Aquaflexus Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/LBGVVe>. Acesso em 05 set 2016.

JAWETZ, E.; MELNICK, J.; ADELBERG, E. **Microbiologia Médica**. 20ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1998. 524p.

JOIA, P. R. Origem e evolução da cidade de Aquidauana – MS. **Revista Pantaneira**. V.7. Aquidauana – MS, 2005. p.34-49.

JOIA, P. R.; ANUNCIAÇÃO, V. S. Inundações urbanas e vulnerabilidade socioespacial na cidade de Aquidauana. **Geografia**, v.22, n.2. Londrina – PR, maio/ago, 2013. p.05-23.

JOIA, P. R.; SILVA, E. G. Abastecimento de Produtos Hortícolas nas Cidades de Anastácio e Aquidauana. **Revista de Geografia**. Ano VIII n.16. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, 2002. p. 11-20.

JOIA, P. R.; SILVA, R. L. O. Ocupação do solo e meio ambiente na cidade de Aquidauana. **Revista Pantaneira**. v. 5. Aquidauana – MS, 2003. p. 25-43.

KOLM, H. E.; SIQUEIRA, A.; MACHADO, E.C. Influência da pluviosidade na qualidade da água de dois sangradouros do litoral do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. Vol 20, nº 2. Universidade do Vale do Itajaí – Univali, 2016. p. 1-11.

KOMORI, O. M; PADOVAN, M. P; RANGEL, M. A. S; LEONEL, L. A. K. Núcleo de Agroecologia de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2. n. 1. Fev 2007. p.1746-1749.

KRIESEL, M. T. **Análise ambiental de áreas alagáveis do perímetro urbano da cidade de Aquidauana – MS**. 2015. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional). Universidade Anhanguera-UNIDERP, Campo Grande – MS. 77p.

LEITE, M. O.; ANDRADE, N. J.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; PENNA, C. F. A. M. Controle de qualidade de água em indústrias de alimentos. **Revista Leite e Derivados**. n. 69, março/abril, 2003.

LIMA, E. A. C. F.; SILVA, H. R.; ALTIMARE, A. L. Uso atual da terra no município de Ilha Solteira, SP, Brasil: riscos ambientais associados. **Holos Environment**, v.4. UNESP, 2004. p.81-96.

LOPES, E. A.; MENDONÇA, F. Urbanização e recursos hídricos: conflitos socioambientais e desafios à gestão urbana na franja leste da região metropolitana de Curitiba (RMC) – Brasil. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. **Anais...** Universidade de Coimbra, Portugal, 2010.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, v.5. n.1. PUC Minas, Betim, 2016. p. 1-14.

MACKERETH, F. J. H., HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association Scientific Publication, nº 36, Titus Wilson & Son: Kendall – UK, 1978. 117p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 686p.

MAIER, M. H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira: qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, v.39 n.2. Universidade Estadual de Campinas, 1987. p.164-185.

MANTOVANI, J. R. A.; CUNHA, E. R.; BACANI V. M.; FERREIRA, C. C.; RUI, S. L. Análise do comportamento do escoamento superficial através do método curve number na bacia hidrográfica do córrego Guanandy – MS. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** João Pessoa-PB, 25 a 29 de abr 2015. p. 5590-5597.

MARASCHIM, L. **Avaliação do grau de contaminação por pesticidas na água dos principais rios formadores do Pantanal Mato-Grossense**. 2003. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT. 90p.

MARCONDES, M. J. A. **Cidade e Natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. EDUSP: São Paulo – SP, 1999. 238p.

MARTINS, M. L. R. R. **Moradia e Mananciais: tensão e diálogo na metrópole – impasses urbanísticos, jurídicos e sociais da moradia nas áreas de proteção de mananciais na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: FAUSP/FAPESP, 2006. 206p.

MATHEUS, C. E.; MORAES, A. J.; TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G. **Manual de Análises Limnológicas**. BICRHEA – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada/USP. São Carlos: São Carlos, 1995.

MATHIAS, D. T. **Propostas de recuperação de áreas peri-urbanas erodidas com base em parâmetros hidrológicos e geomorfológicos: córrego Tucunzinho (São**

**Pedro/SP).** 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro – SP. 129p.

MATO GROSSO DO SUL. SEMADE – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. **Diagnóstico Socioeconômico de Mato Grosso Do Sul – 2015.** Disponível em: <https://goo.gl/oS8Xp8>. Acesso em 07 dez 2016.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Caderno Geoambiental das Regiões de Planejamento do MS. **Região do Pantanal.** Campo Grande, 2011. p.208-240. Disponível em: <http://goo.gl/qab08j>. Acesso em 12 ago 2016.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. **Relatório de qualidade das águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai/MS.** Campo Grande – MS: IMAP, 2005. 127p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN/MS. **Atlas Multirreferencial.** Conv. Fundação IBGE (Solos, Vegetação, Geologia, Geomorfologia e Clima). Campo Grande – MS, 1990.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande – MS, 1997, 28p.

MEDEIROS, S. **Uso e ocupação do solo na bacia do córrego Guanandy.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS.

MENDES, C. A. B.; GREHS, S. A.; PEREIRA, M. C. B. BARRETO, S. R.; BECKER M. RIBAS, M. B. L.; DIAS, F. A. **Bacia Hidrográfica do Rio Miranda: Estado da Arte.** Campo Grande: Editora UCDB, 2004. 177p.

MENDONÇA, M. G. **Políticas e condições ambientais de Uberlândia – MG, no contexto estadual e federal.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG, 2000. 198p.

MEYBECK M. The Global Change of continental aquatic systems: dominant impacts of human activities. **Water Science & Technology.** v. 49, n.7. London – UK, 2004. p.73-83.

MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes: padronização, preparação e purificação.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 627p.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental para o manejo de floretas plantadas.** 2003. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, SP. 120p.

NARDI, A. C.; LOCH, P.; DE CONTO, A. G.; MENEGHATTI, M. R. Análise dos impactos ambientais da pecuária de leite em uma pequena propriedade rural. IV SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. **Anais...** São Paulo – SP, nov 2015.

NEVES, J. **Um Porto para o Pantanal, a fundação de Aquidauana: Civilização e Dependência.** Campo Grande/MS: UFMS, 2007, 155p.

NOZAKI, C. T.; MARCONDES, M. A.; LOPES, F. A.; SANTOS, K. F.; LARIZZATTI, P. S. C. Comportamento temporal do oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. **Atas de Saúde Ambiental**, vol. 2, n° 1. Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Jan/abr, 2014. p. 29-44.

O PANTANEIRO. **Imóveis irregulares derrubam a arrecadação da Prefeitura de Aquidauana:** Bairros São Francisco e Arara Azul têm todas as casas em situação irregular junto ao Executivo municipal. Publicado em 30 de junho de 2017. Disponível em: <http://www.opantaneiro.com.br/aquidauana/imoveis-irregulares-derrubam-a-arrecadacao-da-prefeitura-de-aquidauana/131739/>. Acesso em 12 dez 2017.

OLIVEIRA, R. G.; BACANI, V. M.; SILVA, V. R.; CUNHA, E. R.; FERREIRA, E. M. Análise da Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do córrego São João – MS utilizando geoprocessamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, n° 64, Vol. 1. 2012. p.15-24.

PADILHA, D. G. **Geoprocessamento Aplicado na Caracterização da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Grande, RS.** 2008. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. 82p.

PÁDUA, H. B. **Águas com dureza e alcalinidade elevadas.** Observações iniciais na Região de Bonito/MS. Registro de dados – 2001/2002. 64p. Disponível em: <https://goo.gl/zzHmYZ>. Acesso em 16 jul 2017.

PALUDO, J. R.; BORBA, J. Abastecimento de água e esgotamento sanitário: estudo comparado de modelos de gestão em Santa Catarina. **Ambiente & Sociedade**. v. 16, n. 1. São Paulo – SP, jan-mar 2013. p. 59-78.

PAZDIORA, P. C.; ZANELLA, A.; BARIANI, C. J. M. V.; VALIM, M. F.; FELICE, R. D.; BARIANI, N. M. V. Aplicação de Sistema de Monitoramento Ambiental utilizando métodos físicoquímicos associados a sensoriamento remoto nas microbacias urbanas do município de Itaqui. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Curitiba – PR, 2011.

PELLEGRINI, J. B. R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do Arroio Lino – Agudo – RS.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria – RS. 98p.

PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco – Centro de Tecnologia e Geociências. Recife – PE. 187p.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. In: Fórum Ambiental da Alta Paulista. **Anais...** v.07, n° 02. 2002. Disponível em: <http://goo.gl/awgvz1>. Acesso em 05 set 2016.

PETERMANN, F. D. **Análise da eficiência da remoção de ferro com utilização de um filtro de limpeza contínua posterior a filtração em margem.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis – SC.

PIMENTA, S. M.; PEÑA, A. P.; GOMES, P. S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde – Goiás. **Sociedade Natureza.** v. 21, n. 3. Uberlândia – MG, dez 2009.

PINTO, N. L.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia de superfície.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 179 p.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇAVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena – PA, Brasil. **Revista Ambiente e Água,** v.12 n.3. Taubaté – SP, mai/jun 2017.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos.** São Paulo: ABES, 2005. 286p.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L.; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment.** v.10. UNESP, 2010. p.95-110.

PORTAL BRASIL. Meio Ambiente. **Entenda o acidente de Mariana e suas consequências para o meio ambiente.** Publicado em 23 dez 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/12/entenda-o-acidente-de-mariana-e-suas-consequencias-para-o-meio-ambiente>. Acesso em 10 mai 2017.

PORTES, D. **A vila Princesa do Sul e sua problemática na infraestrutura básica no ano de 2003.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS.

POTT, A. DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; SILVA, M. P. Características da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda. **Revista GeoPantanal.** N°16, Corumbá/MS: UFMS/AGB, jan/jun, 2014. p. 125-140.

RAGALZI, S. F. **Florística e distribuição de macrófitas associada aos parâmetros físico-químicos da água no Córrego Guanandy, Aquidauana-MS.** 2013. Trabalho de conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS. 25p.

RAPOSO, A. A.; BARROS, L. F. P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. O parâmetro de turbidez das águas como indicador de impactos humanos na dinâmica fluvial da bacia

do Rio Maracujá – Quadrilátero. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, 2009.

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**. Vol. 15, nº 43. São Paulo – SP, Dez 2001. p. 327-344. Disponível em: <http://goo.gl/d3Hpl4>. Acesso em 26 Jul 2016.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil**. 3ª. Ed, São Paulo: Escrituras, 2006. p. 01-35.

REIS-DUARTE, R. M.; GALVÃO-BUENO, M. S. Fundamentos ecológicos aplicados à recuperação de áreas degradadas para a conservação da biodiversidade. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Marília, SP: Instituto de Botânica, 2006. p.31-42.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água**: contaminação por nitrato. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2002. 29p.

REZENDE, R. A.; PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Análise temporal da flora nativa no entorno de unidades de conservação: APA Cachoeira das Andorinhas e FLOE Uaimii, Ouro Preto, MG. **Revista Árvore**. v.35, n.3. Viçosa, 2011.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água**: Tecnologia Atualizada. São Paulo: Blucher, 1991. 332p.

ROBBA, C. **Aquidauana**: ontem e hoje. Campo Grande / MS: 1992.147p.

ROBERTI, H. M.; GOMES, E. R.; BITTENCOURT, A. H. C. Estado de conservação das nascentes no perímetro urbano da cidade de Muriaé – MG. **Revista Científica da FAMINAS**. V. 4, N. 1, Muriaé – MG, jan/abr, 2008. p.12-24.

ROCHA, M. S.; PEREIRA, E. S.; TEIXEIRA, V. M. Avaliação de impactos ambientais na agricultura familiar de Colorado do Oeste, Rondônia. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...** Belo Horizonte/MG, 24 a 27 nov 2014.

ROCHA, N. **Planejamento urbano da bacia do córrego Samambaia (Goiânia - GO) utilizando o SWMM – Storm Water Management Model**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente). Universidade Federal de Goiás. Goiânia – GO. 91p.

ROCHA, O; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. V.; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M. (Org). **A Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolinho: uma abordagem sistêmica e a visão interdisciplinar**. São Carlos: RIMA, 2000. p. 1-16.

ROCHA, R. R. A.; MARTIN, E. S. Análise preliminar do estado ambiental do córrego Água da Lavadeira, Rancharia – SP: análise física e química da água. **Revista**

**Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Vol. 2. n.º 2, ano 2. Três Lagoas – MS, set 2005. p.116-130.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: EDUSP e FAPESP, 2001. p.235-247.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. Editora Contexto: São Paulo, 1991.

SÁ, J. C. M.; FERREIRA, A. O.; BRIEDIS, C.; VIEIRA, A. M.; FIGUEIREDO, A. G. Crescimento radicular, extração de nutrientes e produção de grãos de genótipos de milho em diferentes quantidades de palha de aveia-preta em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, n. 4, Viçosa – MG, 2010. p.1207–1216.

SANESUL. Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul. **Tratamento de esgoto**. 2016. Disponível em: <http://www.sanesul.ms.gov.br/tratamento-de-esgoto>. Acesso em 27 nov 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L. Algumas considerações sobre a dinâmica climática da porção sudeste do pantanal mato-grossense. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 67. São Paulo – SP: AGB, 1989. p. 75-88.

SANTOS, E. **Mapeamento da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jirau, Município de Dois Vizinhos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra. Curitiba – PR. 141p.

SANTOS, F. C.; JORGE, T.; ANUNCIAÇÃO, V. S. A expansão do espaço urbano da cidade de Aquidauana – MS/Brasil e as causas da proliferação da dengue. **Revista Geográfica de América Central**, Vol 2, Número Especial. Costa Rica, 2011 p. 01-15.

SANTOS, F. C.; SAKAMOTO, A. Y. A variabilidade da temperatura do ar no ambiente urbano das cidades de Aquidauana e Anastácio-MS. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. **Anais...** Vitória – ES, 10 a 16 ago 2014.

SANTOS, F. M. M. S. **A Microbacia hidrográfica do Bindá (Manaus/AM) sob a ótica da complexidade ambiental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM. 167p.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo – SP: Ed. Hucitec, 1993. 157p.

SANTOS, R. M. **A utilização do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA como ferramenta de planejamento aplicado à cidade de Aquidauana – MS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana. Aquidauana – MS. 164p.

SANTOS, R. M. O uso de indicadores para o diagnóstico da prestação de serviço de coleta e tratamento do esgoto doméstico na cidade de Aquidauana/MS. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista. **Anais...** v. 8, n. 4, 2012. p. 25-42.

SCHÄFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S.; MEDEIROS, J. D. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 96 p. Disponível em: <http://goo.gl/EH07Ee>. Acesso em 02 set 2016.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 34 Viçosa – MG, 2010. p.881-889.

SCHOLTEN, C. **Dinâmica temporal da poluição fecal nas águas do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP**. 2009. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Jaboticabal – SP. 66p.

SEBRAE – MS. **Mapa de oportunidades do município de Aquidauana – 2017**. Disponível em: <https://goo.gl/fO1yAD>. Acesso em 03 mai 2017.

SEMADE. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. **Diagnóstico Sócio-Econômico de Mato Grosso do Sul – 2015**. Disponível em: <http://www.semade.ms.gov.br/1497-2/>. Acesso em: 16 de nov 2016.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, INPE, 21-26 abril 2007. p.3577-3584.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A, V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica**. v.38 n.4. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2008. p. 733-742.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4. São Paulo, 2006. p. 689-694.

SILVA, J. F.; JOIA, P. R. Territorialização e impacto ambiental: um estudo da zona ribeirinha de Aquidauana – MS. **Revista Pantaneira**. v. 3, n. 1. Aquidauana – MS: UFMS, jan-jun, 2001. p.17-30.

SILVA, J. G. **O que é a Questão Agrária?** 4ª edição. São Paulo: Brasiliense, 1981. 45p.

SILVA NETO, J. C. A. **Subsídios para análise ambiental da bacia hidrográfica do córrego Guanandy, Aquidauana – MS**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS. 35p.

SILVEIRA, T. Análise físico-química da água da bacia do Rio Cabelo, João Pessoa – PB. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. **Anais...** João Pessoa – PB, 27 a 30 nov 2007.

SIMÃO, C. H. **Fenologia reprodutiva de macrófitas aquáticas no ecótono Cerrado-Pantanal**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ecologia Vegetal). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Campo Grande – MS. 55p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

SOARES, J. B.; MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: UFC, 1999. 206p.

SOUZA, J. B.; RIOS, A. E. R.; NASCIMENTO, E. M.; FONSECA, G. O.; MACEDO, J. L. A.; VIANINI, K. N.; ALMEIDA, T. L. N. Recuperação da área degradada e planejamento ambiental do Parque Gentil Diniz – Contagem/MG. **Revista e-Xacta**. v. 9, n. 1. Belo Horizonte – MG, 2016. p. 63-78.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais**. Série Sociedade, Espaço e Tempo. São Paulo: UNESP, 2004. 133p.

SOUZA, R. M. G. L.; PERRONE, M. A. **Padrões de Potabilidade da Água**. Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – PRÓ AGUA. Vol. 2, 2000. 13p.

SPOSITO, S. T. F. **Implicações do uso e ocupação do solo na qualidade das águas freáticas na microdrenagem do Lixão de Aquidauana – MS**. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Perícia Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Hidráulica e Transportes – CCET. Campo Grande – MS. 118p.

SPOSITO, S. T. F. **Qualidade das águas da Bacia da Lagoa Comprida, Aquidauana – MS**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS. 154 p.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G.; KUTNER, M. B. Plankton studies in a mangrove II: the standing stock and some ecological factors. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. N°24. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1965. p. 23-41.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**. v.59, n.1. USP/ESALQ, jan./mar. 2002. p.181-186.

TORRES, F. T. P. Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG). **Revista Ciências Agroambientais**, v.14, n.1. UNEMAT, Alta Floresta – MT, 2016. p.45-52.

TRINDADE, G. B. **Relações sociais de produção na pecuária de corte no leque fluvial do Aquidauana**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS. 90p.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 7, n. 1. Porto Alegre – RS, 2002. p. 5-27.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil**. 3ª. Ed, São Paulo: Escrituras, 2006. p. 399-432.  
TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**. v.22, nº 63. São Paulo – SP, 2008. p. 97-112.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília – DF: Unesco, 2001. 156p.

TUNDISI, J. G. **Produção primária, "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia**. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 1969.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003. 248p.

UEHARA, T. H. K.; CASAZZA, E. F. Avaliação da efetividade do projeto de recuperação de matas ciliares do estado de São Paulo: uma contribuição ao desenvolvimento de políticas públicas para a conservação da biodiversidade. **Produtos Técnicos**, n. 03. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo – SP, 2011. 86p.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Vital water graphics: an overview of the state of the World's Fresh and marine waters**. 2a. Ed. Nairobi, 2008.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. **Marine Chemistry**. v.10, 1981. p.109-222.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. S. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química do oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés, Botucatu – SP. **Eclética Química**. v. 22. Instituto de Química da UNESP, Araraquara – SP, 1997.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. 1 ed. Viçosa – MG: Ed. Aprenda Fácil, 2005. 210p.

VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no Parque Ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**. N.16. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS, mai 2002. p.97-104.

VERONEZ, B. P. **Análise da influência da precipitação pluviométrica e do uso do solo sobre a qualidade da água em microbacias hidrográficas no nordeste paraense, Amazônia Oriental**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES. 174p.

VIEIRA, L. M.; GALDINO, S.; PADOVANI, C. R. Contaminação potencial do Pantanal por pesticidas na Bacia do Alto Taquari (MS). In: GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (ed.). **Impactos ambientais e socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA, 2005. p.71-82.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEAK, C.; SCHIFFER, S. R. (Org). **O Processo de Urbanização no Brasil: falas e façanhas**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1999. p.169-244.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. 243p.

VON SPERLING, E. Monitoramento simplificado de mananciais superficiais. In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001. Disponível em: <http://goo.gl/pBc5Xg>. Acesso em 27 jul 2016.

## LEGISLAÇÃO CONSULTADA

AQUIDAUANA. Lei nº 1.312 de 15 de maio de 1992. Define os limites da zona urbana do município e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Aquidauana**, 1992.

AQUIDAUANA. Lei Orgânica do município de Aquidauana/MS. **Câmara Municipal de Aquidauana**. Publicação em 12 de setembro de 2007.

AQUIDAUANA. Lei Complementar nº 009/2008. Institui o Plano Diretor de Aquidauana e cria o sistema de planejamento municipal e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Aquidauana, 29 jan 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília – DF, 1988. 292p.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de setembro de 1965, Seção 1, p. 9529 (Publicação Original).

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 de setembro de 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 09 de janeiro de 1997, p.470.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades

de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, de 19 de setembro de 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 28 de maio de 2012.

BRASIL. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, nº 59. Brasília, 26 de março de 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 303, de 20 de março de 2002. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 de maio de 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** nº 053, Brasília, 18 de março 2005, págs. 58-63.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 359, de 29 de abril de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó para uso em todo o território nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, nº 83, Brasília, 03 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-64.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 4 de 13/04/2011. Estabelece procedimentos para elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD ou Áreas Alteradas, para fins de cumprimento da legislação ambiental. **Diário Oficial da União**, nº 72 de 14 de abril de 2011. p. 100-103.