


QUALIDADE DA ÁGUA EM RIOS DOS BIOMAS CERRADO E PANTANAL: INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL NO OESTE DE MATO GROSSO DO SUL

WATER QUALITY IN RIVERS OF THE CERRADO AND PANTANAL BIOMES: INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT IN WESTERN MATO GROSSO DO SUL


CALIDAD DEL AGUA EN RÍOS DE LOS BIOMAS CERRADO Y PANTANAL: INDICADORES PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL EN EL OESTE DEL MATO GROSSO DO SUL

Lucy Ribeiro Ayach¹

 0000-0003-4792-4190


lucy.ayach@ufms.br

Ricardo Henrique Gentil Pereira²

 0000-0003-2455-2400

ricardo.pereira@ufms.br

Adriana de Barros³

 0000-0002-5433-3463

adriana.barros@ufms.br

1 Graduada e doutora em Geografia. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana-MS, cursos de graduação e pós-graduação em Geografia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4792-4190>. E-mail: lucy.ayach@ufms.br.

2 Graduado em Ciências Biológicas. Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental. Docente da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana-MS, cursos de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Geografia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2455-2400>. E-mail: ricardo.pereira@ufms.br.

3 Graduada em Ciências Biológicas. Mestre em Geografia. Técnica do laboratório de Hidrologia Ambiental e Limnologia da UFMS, Campus de Aquidauana-MS. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5433-3463>. E-mail: adriana.barros@ufms.br.

Agradecimento: O presente trabalho faz parte de pesquisa que foi realizada com apoio da FUNDECT/MS e da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

Artigo recebido em maio de 2025 e aceito para publicação em junho de 2025.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

30
Anos

Ano XXIX - Vol. XXIX - (1): Janeiro/Dezembro - 2025

CIÊNCIA
Geográfica
ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461
www.agbauru.org.br

RESUMO: O presente artigo objetiva analisar a qualidade da água superficial nos principais rios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Miranda, os quais abrangem os biomas Cerrado e Pantanal, nos municípios que compõem a região geográfica imediata do IBGE: Aquidauana/Anastácio, que inclui também os municípios de Miranda e Bodoquena. Foi realizada pesquisa quali-quantitativa, com análise sistêmica, a partir de dados de coletas amostrais e análises laboratoriais das águas dos rios Miranda, Aquidauana, Taquaruçu, Betione e córrego João Augusto. Os resultados indicam comprometimentos em relação à qualidade das águas superficiais que abastecem a população de três municípios; relação com o uso e ocupação e impacto das cidades, em área prioritária para conservação, composta por bacias hidrográficas localizadas na transição para o Pantanal, que constituem importantes indicadores para o planejamento e gestão ambiental no Oeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos. Qualidade ambiental. Água superficial. Estado de Mato Grosso do Sul. Pantanal.

ABSTRACT: This article aims to analyze the quality of surface water in the main rivers belonging to the Miranda River basin, which encompasses the Cerrado and Pantanal biomes, in the municipalities that make up the immediate geographic region of the IBGE: Aquidauana/Anastácio, which also includes the municipalities of Miranda and Bodoquena. A qualitative and quantitative study was carried out, with systemic analysis, based on data from sample collections and laboratory analyses of the waters of the Miranda, Aquidauana, Taquaruçu, Betione rivers and João Augusto stream. The results indicate compromises in relation to the quality of surface waters that supply the population of three municipalities; relationship with the use and occupation and impact of cities, in a priority area for conservation, composed of river basins located in the transition to the Pantanal, which constitute important indicators for environmental planning and management in the west of the state of Mato Grosso do Sul. This article aims to analyze the quality of surface water in the main rivers belonging to the Miranda River basin, which encompasses the Cerrado and Pantanal biomes, in the municipalities that make up the immediate geographic region of the IBGE: Aquidauana/Anastácio, which also includes the municipalities of Miranda and Bodoquena. A qualitative and quantitative study was carried out, with systemic analysis, based on data from sample collections and laboratory analyses of the waters of the Miranda, Aquidauana, Taquaruçu, Betione rivers and João Augusto stream. The results indicate compromises in relation to the quality of surface waters that supply the population of three municipalities; relationship with the use and occupation and impact of cities, in a priority area for conservation, composed of river basins located in the transition to the Pantanal, which constitute important indicators for environmental planning and management in the west of the state of Mato Grosso do Sul.

Keywords: Water resources management. Environmental quality. Surface water. State of Mato Grosso do Sul. Pantanal.

RESUMEN: Este artículo tiene como objetivo analizar la calidad de las aguas superficiales de los principales ríos pertenecientes a la cuenca del río Miranda, que abarcan los biomas Cerrado y Pantanal, en los municipios que componen la región geográfica inmediata del IBGE: Aquidauana/Anastácio, que también incluye los municipios de Miranda y Bodoquena. Se realizó una investigación cualitativa y cuantitativa, con

análisis sistémico, basada en datos de colectas de muestras y análisis de laboratorio de las aguas de los ríos Miranda, Aquidauana, Taquaruçu, Betione y arroyo João Augusto. Los resultados indican compromisos en relación a la calidad del agua superficial que abastece a la población de tres municipios; relación con el uso y ocupación e impacto de las ciudades, en un área prioritaria para la conservación, compuesta por cuencas hidrográficas ubicadas en la transición hacia el Pantanal, que constituyen importantes indicadores para la planificación y gestión ambiental en el Oeste del estado de Mato Grosso do Sul.

Palabras clave: Gestión de recursos hídricos. Calidad ambiental. Aguas superficiales. Estado de Mato Grosso do Sul. Pantanal.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são compreendidos como fontes de valor econômico essencial à sobrevivência dos seres vivos e, dada sua abundância, ao longo do tempo foi considerado como impossível a ocorrência da falta de água potável, gerando despreocupação com a preservação (Kobyama; Mota; Corseuil, 2008).

Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2024, o uso de água doce tem aumentado cerca de 1% ao ano, impulsionado pelos aspectos socioeconômicos e mudanças relacionadas nos padrões de consumo. A agricultura responde por cerca de 70% das retiradas de água doce, os usos industriais cerca de 20% e domésticos 10%. Quanto ao aumento da demanda de água, à medida que as economias se industrializam, as populações se urbanizam e os sistemas de abastecimento de água e saneamento se expandem. O referido Relatório afirma que, atualmente, cerca de metade da população mundial passa por uma situação de grave escassez de água durante, pelo menos, parte do ano.

Embora o Brasil seja privilegiado do ponto de vista quantitativo de disponibilidade de água, a perda da qualidade é crescente e preocupante. Nascimento e Heller (2005) reafirmam que a preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, enquanto patrimônio natural e cultural da humanidade torna-se imperativa.

A contribuição dos referidos autores destaca ainda que vulnerabilidade dos recursos hídricos estão diretamente vinculadas às formas de exploração dos outros recursos naturais, com elevada sensibilidade a flutuações climáticas e impactos oriundos de diversas ações antrópicas. Sua gestão envolve um “ambiente de múltiplos usuários e de conflitos de uso, requerendo complexos sistemas tecnológicos e gerenciais de regulação e uma base legal adequada a lhe dar suporte” (Nascimento; Heller, 2005, p. 37).

Uma outra questão relevante relacionada com a demanda por água de abastecimento é a de proteção de mananciais. Essa questão possui forte base institucional por envolver a harmonização de políticas setoriais em contexto urbano, como políticas de saneamento, de habitação, de transportes e sistema viário, de legalização da propriedade, de urbanização de zonas faveladas, entre outras. Ela envolve, igualmente, a harmonização de políticas em diferentes escalas espaciais, da bacia urbana à grande bacia hidrográfica (Nascimento; Heller, 2005, p. 40).

Destaca-se que a carência de infraestrutura básica de saneamento na maioria das áreas urbanas, especialmente nas periféricas, implicam diretamente na qualidade das águas superficiais. A escassez de água potável coloca em perigo a saúde da população, além de afetar o desenvolvimento socioeconômico e socioambiental. Os dados do Censo Demográfico de 2010 demonstram que:

de acordo com a Organização Mundial da Saúde -OMS (World Health Organization -WHO), doenças relacionadas com os sistemas precários de água e esgoto e as deficiências de higiene são responsáveis por muitas mortes no mundo todo (IBGE, 2011, p. 66).

A provisão do saneamento básico é uma função de política pública, e é visto como um direito fundamental assegurado pela constituição de 1988 como algo necessário para o meio social, um serviço que protege à saúde e o avanço socioeconômico. Conforme Ribeiro e Rooke (2010), o fornecimento desses serviços são indispensáveis, deve ser assegurado

Abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto; coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas); acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública) (Ribeiro; Rooke, 2010, p. 9).

A bacia hidrográfica, adotada como unidade de planejamento ambiental, exige uma visão integrada para manter a provisão das necessidades econômicas e sociais aliada à conservação ambiental, notadamente quanto ao abastecimento público, aspecto essencial à sobrevivência das diversas formas de vida, inclusive a humana.

Nesse sentido, as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/97, e respectiva implementação do Plano Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) exige a efetivação das políticas de gestão, com as devidas incumbências também locais, envolvendo, conjuntamente, a viabilização de infraestrutura de saneamento básico, ordenamento do uso e ocupação e medidas de conservação ambientais. No entanto, do ponto de vista da gestão governamental no Brasil, conforme salienta Gaspar (2024, p. 18):

o discurso do desenvolvimento sustentável, baseado na premissa da escassez, esconde que é justamente o modelo do desenvolvimento que produz a escassez (Gaspar, 2024, p. 18).

A partir das premissas apresentadas inicialmente, o presente artigo objetiva analisar a qualidade da água superficial nos principais rios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Miranda, os quais abrangem os biomas Cerrado e Pantanal, nos municípios que compõem a região geográfica imediata do IBGE: Aquidauana/Anastácio, que inclui também os municípios de Miranda e Bodoquena, constituindo importantes indicadores para o planejamento e gestão ambiental no Oeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Ressalta-se que o rio Aquidauana e seu afluente Taquaruçu; o rio Betione e seu afluente córrego João Augusto, deságuam todos no rio Miranda, afluente do rio Paraguai. Portanto, essas bacias hidrográficas são consideradas importantes sistemas ecológicos como indicadores de qualidade, por adentrarem o Pantanal Sul-mato-grossense, além de serem mananciais de abastecimento público, o que justifica a preocupação com o seu monitoramento.

O ecossistema pantaneiro se estende pelo Brasil, Bolívia e Paraguai com uma área total de 10.000 km². Aproximadamente 70% de sua extensão encontra-se em território brasileiro, 20% na Bolívia e 10% no Paraguai. A porção brasileira é estimada em cerca de 138.000 km², onde 48.865 km² (35,36%) estão no Mato Grosso e 89.318 km² (64,64%) no Mato Grosso do Sul (Plano de Manejo - PEPRN, 2008). Portanto, do ponto de vista da gestão, o estado de Mato Grosso do Sul é contemplado pela maior parte do ecossistema Pantanal, e tem a importante incumbência de estabelecer diretrizes para a gestão desse território, o qual possui inigualável função de corredor biogeográfico que permite a dispersão de espécies da fauna e da flora. (Ayach *et al.*, 2014, p. 139).

Dessa forma, o estudo abrange área prioritária para conservação, que além da riquíssima geodiversidade e biodiversidade, possui peculiaridades a serem consideradas para o planejamento do processo de ocupação e desenvolvimento regional, com significativos conflitos de uso. O território abrange áreas indígenas; comunidades ribeirinhas e comunidades pantaneiras; vários assentamentos rurais; além da consideração dos aspectos físicos de transição do planalto para planície do Pantanal Sul mato-grossense (ecótono Cerrado/Pantanal); parte da Serra da Bodoquena e respectiva Unidade de Conservação Parque Nacional, abrangendo áreas de usos econômicos contraditórios tais como: intenso turismo ecológico, diretamente dependente dos rios da região e extração mineral, pecuária e agricultura em plena expansão.

As implicações do uso e da ocupação na planície Pantaneira, principalmente em sua borda, constituem-se em um grande desafio para a ciência, exigindo uma análise sistêmica que envolve os fatores econômicos, sociais e ambientais (Ayach; Silva; Anunciação, 2017). Consiste também em desafio para a gestão pública dos respectivos municípios que compõem a região. Portanto, analisar a interligação dos fatores que condicionam os impactos negativos na qualidade da água e qualidade de vida na referida área, torna-se premente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi adotado pesquisa quali-quantitativa, com análise sistêmica, considerando os diferentes elementos e suas inter-relações no contexto das bacias hidrográficas estudadas, para a interpretação e análise dos aspectos de qualidade da água nos territórios que compõem a região em estudo.

Nos procedimentos metodológicos, inicialmente foi realizada revisão bibliográfica, consulta à legislação geral e específica sobre qualidade da água e respectivo enquadramento para o estado de Mato Grosso do Sul. Conforme o trecho do rio onde foi coletado a amostra de água, foi devidamente aplicado o enquadramento das respectivas classes de usos conforme Deliberação CERH/MS nº.52, de 18/06/2018. Foi necessário a caracterização dos principais aspectos dos municípios e cidades sedes, para contextualização geográfica de cada território administrativo, correspondente aos municípios de Aquidauana, Anastácio, Miranda e Bodoquena.

Para análise da qualidade da água superficial, foi delimitada uma amostragem dos principais rios que abrangem os quatro municípios em estudo, todos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Miranda, o qual adentra a planície pantaneira, sendo eles: Aquidauana (município de Aquidauana), Taquaruçu (município de Anastácio), Miranda (município de Miranda), Betone e Córrego João Augusto (município de Bodoquena). As coletas e análises da água superficial foram realizadas com o apoio do laboratório de Hidrologia Ambiental da UFMS/CPAQ e os materiais já disponíveis, além da utilização da logística do Campus CPAQ para a coletas de água. As coletas de água foram realizadas em períodos estacionais, sendo a primeira coleta em dezembro de 2023; segunda em junho de 2024; terceira em agosto de 2024 e

quarta em outubro de 2024. Foram determinados dois pontos de coleta em cada rio, localizados um ponto à montante e um à jusante das respectivas cidades de Bodoquena, Miranda, Anastácio e Aquidauana, possibilitando avaliar a influência das cidades na qualidade da água em todas as amostras.

As metodologias de coleta e preservação das amostras seguiram as orientações descritas pelos guias desenvolvidos pela CETESB (2011), FUNASA (2006) e as recomendações de APHA (2012) e Matheus *et al.* (1995). A coleta de amostras de água para determinação dos parâmetros físicos e químicos e microbiológicos foi efetuada, pouco abaixo da superfície do corpo d'água em frascos de polietileno, os quais foram acondicionadas em recipientes devidamente refrigerados e encaminhados ao laboratório para análise dos nutrientes e determinação de coliformes totais e termotolerantes.

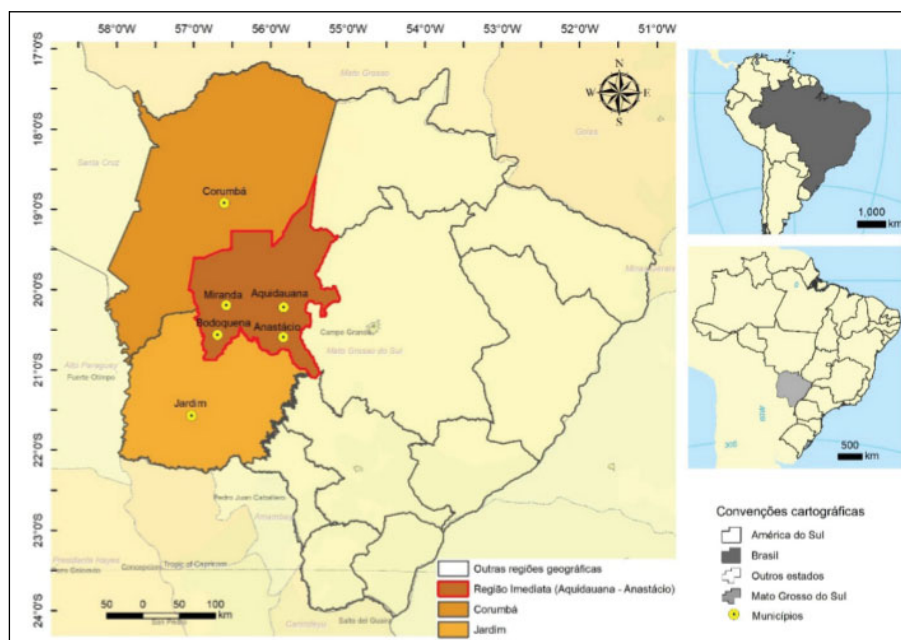
Por fim, para análise da presente abordagem, que integra pesquisa mais ampla, foram separados alguns dentre os diversos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, gerando um quadro sobre o atendimento ou não à legislação vigente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos objetivos propostos, apresenta-se a seguir uma breve caracterização dos territórios que compõem a área de estudo (região geográfica do IBGE) e os resultados das análises da qualidade da água dos respectivos rios.

Caracterização dos municípios que compõem a região geográfica de estudo

A área de estudo, abrange os municípios da região geográfica imediata Aquidauana/Anastácio, localizados na região Oeste do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1).



Fonte: IBGE (2017). Batista; Ayach; Santos (2023).

Figura 1. Mapa de localização da Região geográfica imediata do IBGE: Aquidauana/Anastácio, que abrange também os municípios de Miranda e Bodoquena, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

O município de Aquidauana, está localizado no Oeste do estado, a 130 km da capital Campo Grande. Aquidauana, com maior área municipal e urbana, é considerada polo da referida Microrregião, centralizando atendimento de saúde nas especialidades e nos casos mais graves, além de constituir-se referência no setor de educação superior, com duas Universidades Públicas e um Instituto Federal, além de possuir o maior setor comercial em relação às cidades vizinhas. Também, dentre os quatro municípios da região em estudo, é o que possui o maior número populacional, totalizando 46.803 habitantes, conforme Censo do IBGE/2022, com área territorial de 17.088.396 km² e densidade demográfica de 2,74 hab/km². Seu território é composto de 21% pelo bioma Cerrado e 79% pelo bioma Pantanal. O rio Aquidauana é a principal bacia hidrográfica do município e seu canal atravessa a área urbana dividindo as cidades de Aquidauana e Anastácio. Suas águas fazem parte da rede de abastecimento público para a população de Aquidauana e, portanto, possui grande relevância econômica, social e ambiental.

Anastácio, município vizinho de Aquidauana, dividido pelo rio de mesmo nome, conta com uma população de 24.114 habitantes (IBGE/2022), com uma área territorial de 2.913.108 km² e densidade demográfica de 8,28 hab/km² (IBGE/2022). A sede está localizada a 127 km da capital. O município de Miranda, com sede localizada a 75 km de Aquidauana e 182 km da capital sul mato-grossense, possui uma área de 5.470.975 km², com 25.536 habitantes e densidade demográfica de 4,67 hab/km² (IBGE/2022). O Município abrange importantes bacias hidrográficas, como o rio Miranda e seus afluentes (rios Aquidauana e Salobra), que adentram o Pantanal desaguando no rio Paraguai.

O município de Bodoquena possui a menor população da região em estudo, com 8.567 habitantes, com densidade demográfica de 3,31 hab/km² em área territorial de 2.589.140 km². Os principais rios são o Miranda, Salobra e Betione, estes dois últimos abrangendo formação calcária e parte da Serra da Bodoquena, que determina a transparência de suas água e alta atratividade turística. Portanto, apesar de pequena população, em função do setor de turismo de natureza, possui significativo fluxo turístico e população flutuante.

Qualidade da água superficial nos municípios de Aquidauana, Anastácio, Miranda e Bodoquena

A partir dos pressupostos da pesquisa, optou-se por apresentar dados sobre a qualidade da água superficial nos municípios estudados, por amostragem, nos principais rios dos respectivos territórios, sendo eles: Rio Betione e Córrego João Augusto em Bodoquena; rio Miranda na cidade de Miranda; Rio Taquaruçu em Anastácio e rio Aquidauana na cidade de Aquidauana e de Anastácio, todos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Miranda, sub-bacia do rio Paraguai.

De acordo com a Resolução de nº 357 de 17/03/ 2005, Conselho Nacional Meio Ambiente – CONAMA, o qual possui a atribuição do monitoramento dos corpos hídricos e de determinar os padrões de qualidade ambiental para cada classe de água, considera-se na legislação que a água possui diferentes formas de usos e vários requisitos de qualidades. A água de maior qualidade é utilizada para os tipos de usos que exige um padrão mais rigoroso de qualidade e com baixa qualidade são para os usos com menos exigências, que são divididas em doce, salobra e salina, conforme a referida Resolução.

Conforme a FUNASA (2014), para caracterizar determinada água são estabelecidos vários critérios que funcionam como indicadores da qualidade e quando alcançam valores superiores aos estabelecidos por Lei, constituem não apropriado para determinados tipos de usos. As características físicas, químicas e biológicas da água estão relacionadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem.

O IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (2021) descreve que o estado possui em seu território uma das maiores reservas de água doce superficial e uma significativa reserva de água subterrânea, o que aumenta a responsabilidade do Estado na proteção dos mananciais.

Diante do exposto, como forma de ressaltar a importância da manutenção da qualidade da água superficial nos principais rios que compõem a região geográfica imediata em estudo, apresenta-se abaixo uma amostragem dos resultados de análises laboratoriais realizadas a partir de 04 coletas de amostras, em diferentes períodos estacionais, sendo a 1ª em dezembro de 2023; 2ª em junho de 2024; 3ª em agosto de 2024 e 4ª em outubro de 2024.

Deve-se salientar a legislação federal e estadual neste aspecto. De acordo com o anexo único da Deliberação CERH/MS nº.52, de 18/06/2018, consta na Seção I – Das águas doces:

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - Classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Na referida Resolução, conforme o anexo sobre enquadramento e classificação das águas das bacias hidrográficas do estado do Mato Grosso do Sul, são enquadradas como classe especial o rio Betione e o córrego João Augusto (ambos em Bodoquena), também o rio Aquidauana, nos dois trechos coletados na cidade de Aquidauana são considerados classe especial. Os demais, rio Miranda e rio Taquaruçu, no trecho em que foram realizadas as coletas, são considerados como classe 02 pela Resolução CERH/MS nº.52, de 18/06/2018.

Ressalta-se que os pontos 01, 02, 03 e 04, são águas consideradas salobras, portanto, obedecem aos valores estabelecidos especificamente na Resolução 357/2005.

No Quadro 1 são apresentados alguns dos principais parâmetros adotados para análise da qualidade da água de amostras coletadas nos rios Aquidauana, Taquaruçu, Miranda, Betione e córrego João Augusto, constituindo importante indicador como informação complementar para subsidiar a identificação de possíveis impactos, uma vez que a água superficial é um importante indicador ambiental de toda a bacia hidrográfica.

Apesar dos dados dos parâmetros físico-químicos analisados não serem uma conclusão definitiva, oferece informações importantíssimas com resultados que permitem reflexões e direcionamentos.

A partir dos dados de laboratório e levantamento de campo, obteve-se a seguinte análise sobre cada rio estudado.

O rio Betione, localizado no município de Bodoquena, em seu ponto 01 (Balneário Municipal) apresentou apenas na 4ª coleta os níveis de coliformes termotolerantes acima do valor máximo permitido (VMP) e apenas na 3ª coleta o valor de pH está em desconformidade com a legislação. O mesmo rio Betione, à jusante, correspondente ao ponto 04 (Atrativo turístico Cachoeiras Serra da Bodoquena) obteve apenas na 1ª coleta os valores de pH não atendidos pela exigência da legislação. Esse rio correspondeu ao segundo melhor resultado em qualidade da água.

Embora o enfoque do presente estudo seja as características da qualidade da água para uso no abastecimento público, como é o caso do rio Aquidauana, Taquaruçu e Miranda, o rio Betione, que não é utilizado para fins de abastecimento da cidade de Bodoquena e foi coletado mais distante

da área urbana, é um importante rio para o setor de turismo, muito utilizado para balneários. Nesse contexto, a definição de critérios de balneabilidade é determinada pela Resolução Conama 274/2000. A partir dessa Resolução, a balneabilidade do rio Betione nos dois balneários amostrados: público (ponto à montante) e privado (ponto à jusante), encontram-se bons.

Quadro 1. Parâmetros considerados para a qualidade da água superficial dos principais rios que compõem os municípios de Aquidauana, Anastácio, Miranda e Bodoquena.

PONTO DE COLETA E CLASSE DE ENQUADRAMENTO	RIOS/CÓRREGO	Coleta/Amostra	CTT	TURBIDEZ	PH	OD	DBO	CLORETO	SDT
P.1 (Classe Especial)	Betione (montante)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.2 (Classe Especial)	Córrego João Augusto (montante)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.3 (Classe Especial)	Córrego João Augusto (Jusante)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.4 (Classe Especial)	Rio Betione (Jusante)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.5 (Classe 2)	Rio Miranda (área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.6 (Classe 2)	Rio Miranda (montante da área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.7 (Classe 2)	Rio Taquaruçu (montante área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.8 (Classe Especial)	Rio Aquidauana (montante área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.9 (Classe 2)	Rio Taquaruçu (área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							
P.10 (Classe Especial)	Rio Aquidauana (jusante área urbana)	1ª Dez/2023							
		2ª Jun/2024							
		3ª Ago/2024							
		4ª Out/2024							

Fonte: Laboratório de Hidrologia UFMS/CPAQ, 2025. Organizado pelos autores.

Legenda:

	Em conformidade com a Resolução Conama 357/2005
	Próximo aos valores permitidos pela Resolução Conama 357/2005
	Em desconformidade com a Resolução Conama 357/2005

O Córrego João Augusto, também localizado no município de Bodoquena na área urbana, afluente do rio Betione, obteve os piores resultados em relação aos demais rios, correspondendo aos pontos de coleta 02 e 03. No ponto 02, área urbana à montante, estavam em desconformidade com a legislação os seguintes parâmetros: na 1ª coleta o oxigênio dissolvido (OD); na 2ª coleta coliformes termotolerantes; na 3ª coleta pH e OD; e na 4ª coleta os valores de coliformes e OD. No ponto 03, área urbana à jusante, todas as 03 coletas obtiveram os níveis de coliformes termotolerantes acima do VMP e também em todas as amostras os níveis de OD fora dos padrões permitidos. Portanto, foi o que apresentou os piores resultados. Deve-se salientar, a partir da visão sistêmica, o entendimento de bacia hidrográfica, pois o córrego João Augusto é afluente do Rio Betione e, estando em condições ruins de qualidade por influência da presença urbana, muito acima do VMP para coliformes termotolerantes, está alimentando o rio Betione.

O Rio Miranda no ponto correspondente ao 05, área urbana próximo à ponte, obteve apenas o parâmetro OD na primeira coleta fora dos padrões exigidos. No ponto 06, localizado à montante da área urbana, próximo a uma área de extração de areia, apenas os parâmetros de turbidez e OD estavam fora do permitido pela legislação, o que pode estar relacionado a processos erosivos e desproteção das margens, bem como à relativa proximidade do areeiro. Segundo a CETESB (2022), 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”.

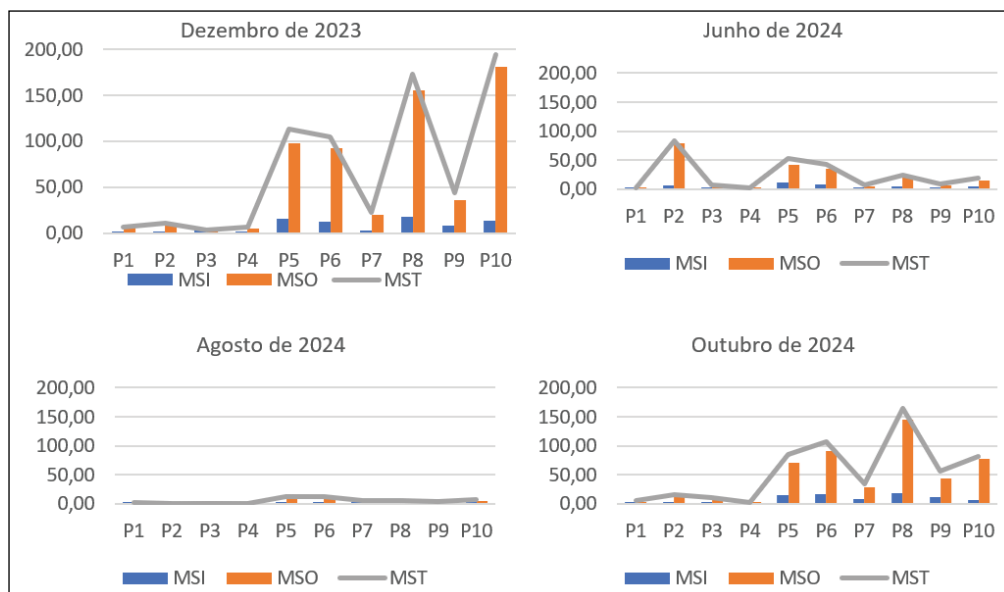


Fonte: Fotografias de Ayach, L.R, (junho/2024).

Figura 2. Registro fotográfico do rio Miranda, à montante da cidade, demonstrando a instabilidade das margens.

O rio Taquaruçu, no ponto 07, à montante da área urbana, próximo à ponte, obteve todos os parâmetros em todas as coletas dentro dos padrões estabelecidos, apenas OD teve valor próximo ao limite. O ponto 09, também do rio Taquaruçu, localizado dentro da área urbana de Anastácio, próximo à área de captação de água pela empresa de saneamento Sanesul, também obteve valores dentro do VMP em todas as análises. Apenas os valores de OD na 1ª e na 4ª coleta estavam próximos do comprometimento em relação à legislação. Portanto, o rio Taquaruçu, dentre os 5 rios monitorados, foi o considerado com os melhores resultados de qualidade de água.

Com relação a outros parâmetros monitorados, o material em suspensão (Figura 3) obteve variações.



Fonte: Laboratório de Hidrologia UFMS/CPAQ, 2025. Org. autores.

Figura 3. Concentração de material em suspensão total, material em suspensão orgânico, material em suspensão inorgânico nos rios estudados.

O material em suspensão pode conter tanto partículas orgânicas como inorgânicas (silte e argila, por exemplo). De acordo com a CETESB (2018), o aumento da turbidez e do material em suspensão pode ter causas naturais como chuvas fortes, que podem tanto carrear material das margens para dentro do corpo d'água, como causar a recirculação da coluna d'água previamente estratificada, promovendo o soerguimento de partículas do fundo para as camadas mais superficiais (zona eufótica).

De acordo com a Figura 3, as concentrações do material em suspensão foram mais reduzidas nos meses de junho e agosto de 2024. Esses valores podem ser explicados pela ausência de precipitação significativa nas bacias nesse período, resultando nas baixas concentrações observadas. Já as precipitações ocorridas nos períodos de dezembro/2023 e outubro/2024 podem ter contribuído para o aumento da velocidade do escoamento fluvial e a capacidade de transporte do rio, elevando a concentração do material particulado e dissolvido transportado.

No entanto, segundo Souza e Knoppers (2003), as relações de parâmetros morfológicos sobre a produção de sedimentos em suspensão são consideravelmente alteradas em função dos múltiplos impactos antrópicos sobre as bacias de drenagem, como por exemplo a instalação e funcionamento de areeiros próximos aos pontos 06 e 08. Segundo Nogueira (2019), os principais impactos na qualidade da água da atividade de extração de areia se dão pelas alterações na geomorfologia fluvial em decorrência da retirada do material, resultando em interferências no padrão de circulação das correntes e na velocidade de fluxo da água. Quando se dá essa interferência, os processos de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados. Além disso, há o aumento da turbidez do corpo hídrico, causado pelo processo de retirada do material mineral, aumentando as partículas sólidas dissolvidas e em suspensão na água e, conseqüentemente, a deterioração da qualidade da mesma.

Com relação à turbidez, o rio Aquidauana, no ponto 08, à montante da área urbana, situado no condomínio denominado Recanto da Barra que possui considerável movimento de pessoas, apresentou os níveis de turbidez e de oxigênio dissolvido na 1ª e na 4ª coleta em desconformidade com a Resolução CONAMA. As pequenas ondas causadas pelas embarcações tanto nesse local como também no ponto 05, aumentam a ressuspensão dos sedimentos do fundo do rio, elevando a quantidade de material em suspensão e a turbidez da água. Além disso, a circulação de embarcações pode gerar um maior risco de erosão da mata ciliar e, conseqüente, assoreamento do rio e aumento das margens, alterando a circulação das águas.

No ponto 10 do rio Aquidauana, localizado à jusante da cidade, próximo à ponte Boiadeira, apresentou Coliformes Termotolerantes acima do VMP na 2ª, 3ª e 4ª coletas e valor bem próximo ao VMP na primeira coleta, portanto, com forte presença de coliformes. Ressalta-se que os coliformes termotolerantes estão diretamente relacionados a presença de fezes. Ainda, na legislação brasileira, os coliformes termotolerantes são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas ao abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2018).

Também foram observados níveis de turbidez e de OD em desconformidade com o permitido na 1ª e 4ª coletas, desse modo, o rio Aquidauana foi o que apresentou o segundo maior número de parâmetros em desconformidade com a legislação. Os dados reafirmam, portanto, que esses rios: Miranda e Aquidauana, sofrem a influência do uso e ocupação pela proximidade das respectivas cidades.

Portanto, por ordem, os rios ficaram assim classificados em relação à qualidade:

Quadro 2. Classificação geral dos rios quanto à qualidade da água quanto aos parâmetros do Quadro 1.

1- Rio Taquaruçu, com todos os parâmetros dentro dos padrões estabelecidos
2- Rio Betione, com 3 resultados em desconformidade com a legislação (3 em alerta)
3- Rio Miranda, com 3 resultados em desconformidade com a legislação (2 em alerta)
4- Rio Aquidauana, com 11 resultados em desconformidade com a legislação.
5- Córrego João Augusto, com 13 resultados em desconformidade com a legislação.

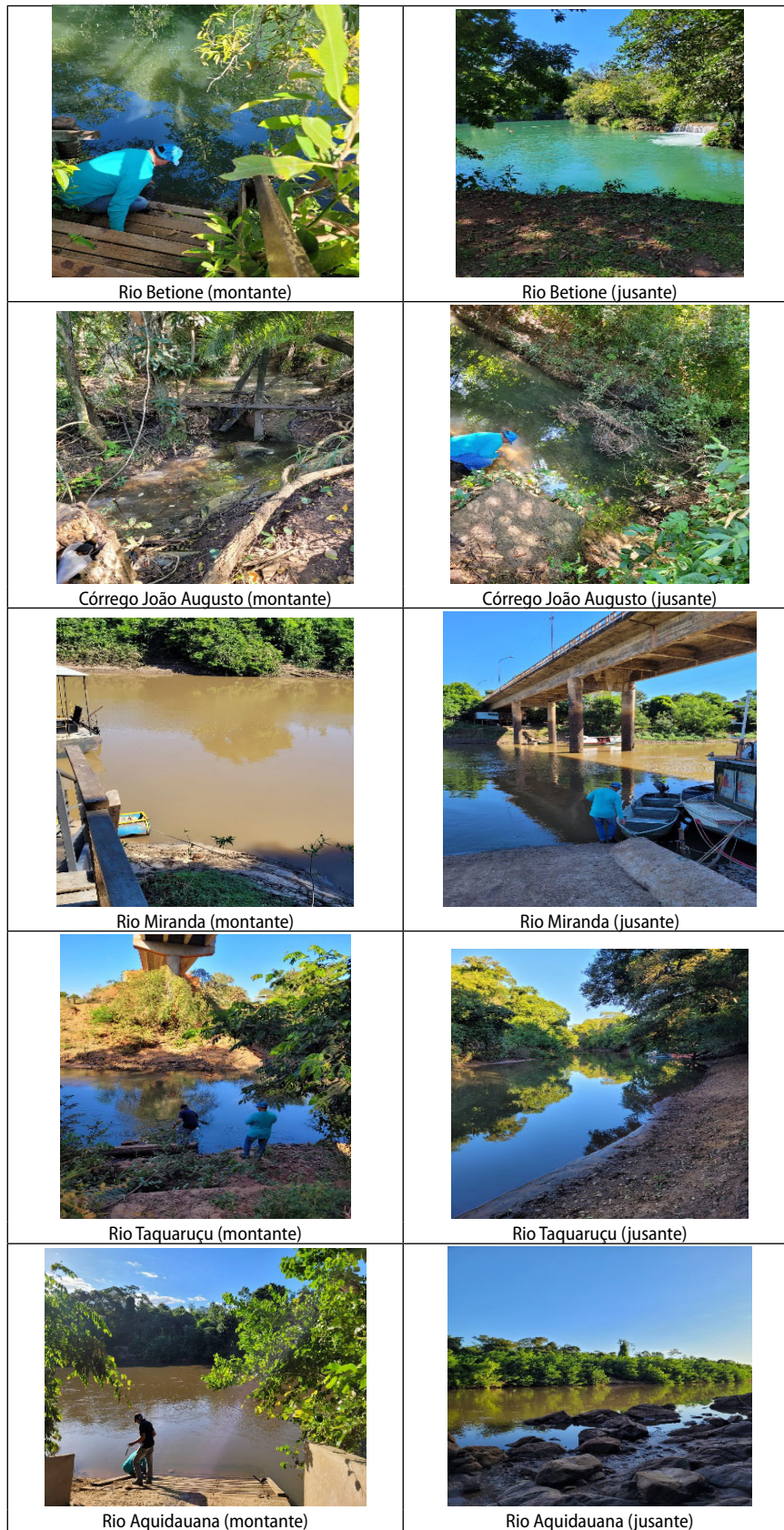
Fonte. Elaborado pelos autores.

De acordo com o § 6º do art. 38 da Resolução Conama 357/2005:

Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

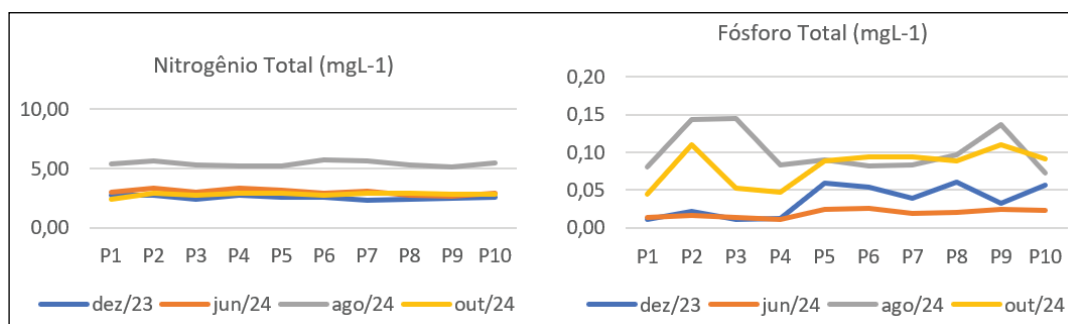
Destaca-se que os rios Aquidauana, Taquaruçu e Miranda são mananciais de abastecimento público. Nesse sentido, como esses três rios tiveram pontos de coleta bem próximos à captação de água para abastecimento público, é necessário rever as políticas de gestão quanto às atividades de uso. Além disso,

no abastecimento público a turbidez causa o aumento do custo do tratamento da água, uma vez que quanto mais sedimentos a água possuir, maior o custo com a utilização de produtos químicos para a remoção destas partículas (Loch; Brentano, 2020, p. 290)



Fonte: Fotografias de Ayach, L. R. (2024).

Figura 4. Registros fotográficos dos rios nos trechos coletados.



Fonte: Laboratório de Hidrologia UFMS/CPAQ, 2025. Org. autores.

Figura 5. Variação de Nitrogênio e Fósforo totais nos períodos coletados.

A importância do nitrogênio e do fósforo para o meio aquático está relacionada com a produção primária do ambiente por algas e vegetais superiores. Geralmente, em ambientes naturais há baixa concentração de matéria orgânica e escassez de nutrientes, limitando o crescimento das algas. A entrada de matéria orgânica de origem antrópica no ambiente aquático eleva muito a quantidade de nutrientes disponíveis no meio, desequilibrando os processos de fotossíntese e decomposição (CETESB, 2018).

Apesar do nitrogênio total não ser especificamente regulamentado pela Resolução CONAMA 357, os compostos nitrogenados tiveram valores relativos a ambientes submetidos a impactos antrópicos, porém estes não foram considerados ambientes fortemente eutrofizados pela Legislação, estando abaixo do limite permitido pelo CONAMA (10 mg/L para nitrato e 3,7 mg/L para nitrogênio amoniacal). Segundo Baumgarten *et al.* (2010), esses valores, estabelecidos pelo CONAMA, são considerados muito permissivos para águas fluviais.

Com relação à variação temporal, os valores de nitrogênio total variaram pouco nos meses observados e não se verificou padrão definido de correspondência entre aumento de concentrações com os meses de maior incidência de chuva, com exceção da 3ª. coleta, onde foram observados os maiores valores registrados em todos os pontos. É importante salientar que nesse período não ocorreram precipitações expressivas entre maio até a realização da coleta, no mês de agosto/2024.

Segundo Figueiredo *et al.* (2014), é possível observar que à medida que chove e o volume d'água do corpo hídrico vai aumentando pelo escoamento superficial, é possível que os valores dos parâmetros se elevem devido ao aumento de solutos na água, desde que o volume d'água não aumente a tal ponto que possa ocasionar efeito contrário, isto é, diluição nas concentrações dos nutrientes. É provável que os eventos pluviométricos tenham contribuído significativamente na diluição do nitrogênio e fósforo. Desse modo, conforme sugere Figueiredo *et al.* (2014), é esperado que, de um modo geral, os valores dos compostos já se encontravam, em muitos momentos, elevados em grande parte nas bacias.

Em sistemas naturais, sem pressão antrópica, o fósforo no ambiente aquático tem sua origem nos processos de intemperismo das rochas presentes na bacia, porém atividades como a agricultura ou despejo de esgotos urbanos tendem a alterar as concentrações naturais de fósforo em rios, lagos e reservatórios. Além das fontes pontuais, existe também a contribuição por fontes difusas, decorrentes principalmente do escoamento superficial resultante de precipitações na bacia (Lamparelli, 2004).

A transferência de fósforo por escoamento superficial transporta materiais orgânicos, inorgânicos e partículas em suspensão. A taxa de infiltração de água no solo juntamente com a intensidade e duração da chuva, rugosidade superficial e a topografia irão determinar a magnitude do escoamento superficial, variando de evento para evento pluviométrico, intensidade, duração, intervalo de tempo, entre outros

(Klein; Agne, 2012). As concentrações de fósforo total na água tendem a ser maiores durante os eventos pluviométricos de alta intensidade. Por outro lado, segundo Lamparelli (2004), em períodos chuvosos, os corpos d'água registram volumes maiores e, portanto, tem maior potencial de diluir eventuais cargas.

Em águas naturais, que não foram submetidas a processos de poluição, a quantidade de fósforo varia de 0,005 mg/L a 0,020 mg/L. Geralmente, concentrações na faixa de 0,01 mg/L de fosfato são suficientes para manutenção do fitoplâncton, e concentrações na faixa de 0,03 mg/L a 0,1 mg/L (ou superiores), já são suficientes para disparar o seu crescimento desenfreado (Bevilacqua *et al.*, 2014, p. 28), favorecendo o processo de eutrofização. No sistema estudado, o fósforo variou de 0,01 a 0,14 mg/L (Figura 5) nos períodos das coletas, com os maiores picos em agosto/2024.

De acordo com Pellegrini (2005), a eutrofização é comumente relacionada a lagos e reservatórios, já que esses ambientes apresentam as condições necessárias para a sua visualização, manifestadas em suas consequências (como a proliferação de algas). Nos ambientes em que os fluxos são contínuos e turbulentos, é pouco comum serem visualizadas manifestações desse fenômeno. Porém, são nesses locais que as causas (como lançamento de esgotos, por exemplo), e não as consequências, podem ser identificadas na sua origem. Segundo Tundisi (2003), com a crescente produção de resíduos urbanos e rurais ricos em nitrogênio e fósforo, a tendência para o futuro é que a eutrofização dos recursos hídricos brasileiros se torne um problema de difícil solução, se não irreversível.

O padrão de qualidade de água para classes 1 e 2 do CONAMA estabelece o limite para fósforo total de 0,1 mg/L para águas doces e 0,124 mg/L para águas salobras. De acordo com a Figura 5, nas duas primeiras coletas os níveis de fósforo foram reduzidos. Já na coleta realizada em agosto/2024, ocorreu uma elevação nas concentrações de fósforo em todos os pontos, sendo possível observar que os pontos 05, 06, 07, 08 e 10 apresentaram valores próximos ao limite e os pontos 02, 03 e 09 ultrapassaram a concentração estabelecida. Valores elevados nesse período provavelmente se devem a não ocorrência de chuva e, consequentemente, o efeito de concentração de fósforo nos corpos hídricos. Alguns autores, porém, descrevem que a influência antrópica parece se sobrepor ao padrão sazonal de comportamento esperado para a concentração de fósforo total, que seria um aumento da concentração durante o período chuvoso (outubro a março).

Já em outubro/2024 (período chuvoso), os pontos 02, 05, 06, 07, 08 e 10 novamente apresentaram valores próximos ao limite e o ponto 09, acima. A elevação de fósforo em águas superficiais, especialmente durante o período chuvoso, ocorre devido ao escoamento de fertilizantes agrícolas, esgotos domésticos, erosão do solo, entre outros, demonstrando a contribuição das cargas difusas desse nutriente nas bacias estudadas.

Os dados apresentados, revelam preocupação com a qualidade das águas superficiais, com possíveis implicações do uso e ocupação das terras nas bacias hidrográficas. Um dos aspectos indiscutível é a degradação das matas ciliares na maioria dos trechos visitados e a influência do espaço urbano.

No Art. 32º da Resolução 357/2005 e no Art. 11 da Resolução 430/2011, é estabelecido:

Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados (CONAMA, 2011, art. 32).

Nesse sentido, essa determinação obriga o monitoramento da qualidade a partir de análises periódicas estacionais.

Acrescenta-se a responsabilidade do Poder Público onde a Resolução 357/2005 determina no Art. 8º que “O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público”.

Deve ser ressaltada a co-responsabilidade da sociedade e das instituições, que devem defender o interesse coletivo, uma vez que a “perda” da água que é um bem coletivo, é responsabilidade de todos e leva à perda produtiva e de qualidade de vida, principalmente dos moradores locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados gerados verifica-se que a maioria dos rios da região estudada estão comprometidos: Aquidauana, Miranda e Córrego João Augusto. Apenas o rio Taquaruçu e o Rio Betione estão em melhores condições.

Confirma-se, a partir dos dados coletados, os pressupostos da pesquisa científica sobre a ausência de políticas públicas voltadas para a conservação ambiental, especialmente uma política de conservação dos recursos hídricos, proteção de nascentes e de áreas de APP, que possa subsidiar um planejamento de uso nas bacias hidrográficas da respectiva região de estudo, contraditoriamente ao uso dos rios para abastecimento público nas cidades, como é o caso de Aquidauana, Anastácio e Miranda.

A pesquisa realizada também gerou dados que confirmam o processo intenso e rápido de desmatamento em todos os municípios da região num período de 15 anos, notadamente em Aquidauana e Anastácio, diminuição das áreas de corpos d’água e aumento de solo exposto, mesmo na planície pantaneira do município de Aquidauana que possui 79% de área em Pantanal. Também se confirma o pressuposto da influência das áreas urbanas na qualidade das águas dos rios, vinculados ao saneamento básico e intenso processo de assoreamento.

É importante ressaltar que as peculiaridades dos territórios desses quatro municípios, conforme citado, precisam ser consideradas para o planejamento e desenvolvimento regional, como a presença de grandes áreas indígenas; comunidades ribeirinhas e pantaneiras; assentamentos rurais; área de transição do planalto para planície do Pantanal Sul-mato-grossense, ecótono Cerrado/Pantanal, Serra da Bodoquena; uso intenso do turismo ecológico, dependente dos rios da região; aumento de plantação agrícola; extração mineral e pecuária. Acrescenta-se que as sedes dos municípios abrangidos pela região em estudo possuem insuficiente investimento em infraestrutura de saneamento, com exceção de Bodoquena, notadamente com impactos da inadequação dos resíduos sólidos e líquidos que comprometem a qualidade ambiental urbana e da respectiva bacia hidrográfica do rio Aquidauana/Miranda que abrange o ecótono Cerrado/Pantanal, aspectos estes que exigem monitoramento constante, gerando informações mais detalhadas e sistematizadas para subsidiar a gestão regional, ambiental, das bacias hidrográficas e respectivas decisões sobre ordenamento territorial.

Nesse sentido, é imprescindível a continuidade do monitoramento e geração de informações geográficas que indiquem parâmetros para alicerçar o processo de planejamento e melhoria das condições de vida da população dessa região.

REFERÊNCIAS

APHA (American Public Health Association). **Standard methods for examination of water and wastewater**. Ed. Eaton, A.D. et al. 22th edition. Washington. 1268p. 2012.

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.

AYACH, L. R.; SILVA, J. F.; ANUNCIAÇÃO, V. S. da. A bacia hidrográfica do Rio Aquidauana e o Pantanal: o uso da geotecnologia como ferramenta para a gestão ambiental integrada. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; LOPES, E. S. S.; CAVARSAN, E. A.; VALE, J. M. F. DO; MAGNONI, M. DA G. M.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. dos S. (Orgs.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza. 2017. p. 82-101.

BATISTA, R. L.; AYACH, L. R.; SANTOS, E. T. dos. O Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMS e sua contribuição para a democratização do conhecimento geográfico na região geográfica imediata de Aquidauana – Anastácio. **Revista da ANPEGE**, 19(39), 2023.

BAUMGARTEN M. G.Z., WALLNER-KERSANACH M., NIENCHESKI L. F. H. **Manual de análises em oceanografia química**, 2 ed. FURG, Rio Grande, 2010. 132 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de Saneamento**. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre as condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

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 n. 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mai. 2011.

BEVILACQUA, J. E; RODRIGUES, L.; CAMPOS, M. A. V.; MENEGON JUNIOR, N.; GOLDENSTEIN, S. (Colaboradores). **Testando tecnologias para as águas do rio Pinheiros**. Relatório Técnico. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo: SMA, 2014. 76 p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**. São Paulo – SP, 2011. 325p.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Fundamentos do controle de poluição das águas**. São Paulo, 2018. 228p

CETESB. **Qualidade das Águas Doces no Estado de São Paulo | Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em 21/04/2024.

FIGUEIREDO, J. A.; NORIEGA, C. D.; OLIVEIRA, E. M. C.; NETO, R. R.; BARROSO, G.

- F.; FILHO, M. A. Avaliação biogeoquímica de águas fluviais com ênfase no comportamento dos compostos de nitrogênio e fósforo total para diagnoses provenientes do sistema aquático Bacia do Rio Doce, no Espírito Santo. **Geochimica Brasiliensis**, 28(2), 2014. p. 215-226.
- GASPAR, N. M. Água e desenvolvimento: análise de dispositivos governamentais brasileiros para a gestão dos recursos hídricos. **Horiz. antropol.**, Porto Alegre, ano 30, n. 70, e700403, set./dez. 2024.
- IMASUL. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do de Mato Grosso do Sul (CERH/MS). **Deliberação nº 52, de 18 de junho de 2018**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais em consonância diretrizes estabelecidas na DELIBERAÇÃO CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Mato Grosso do Sul. p.39. 18 jun. 2018.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/anastacio.html>. Acesso em: 28 fev. 2025
- KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Vol. 8, nº 8, set-dez, 2012. p. 1713-1721.
- KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. Ed. Organic Trading. Curitiba, 2008.160 p.
- LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação de métodos de monitoramento**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. 238p.
- LOCH, J; BRENTANO, DM. Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: uma análise para gestão de estação de tratamento de água. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 76, p. 277-297, set./dez. 2020.
- 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.
- NASCIMENTO, NILO DE OLIVEIRA; HELLER, LÉO. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Eng. sanit. ambient.** vol.10 - nº 1 - jan/mar 2005, 36-48.
- NOGUEIRA, G. R. F. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos: Proposição de uma matriz de interação**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, 2019. 74p.
- PELLEGRINI, J. B. R. **Fósforo na água e no sedimento da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo - RS**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2005. 98p.
- PERH-MS. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Consolidação da etapa de diagnóstico do plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Secretária de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2008. 208 p.
- RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua relação com meio ambiente e saúde pública**. 2010. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental).
- SOUZA W. L. F.; KNOPPERS B. Fluxos de água e sedimentos a costa leste do Brasil: relações entre a tipologia e as pressões antrópicas. **Geochimica Brasiliensis**, 17(1), 2003. p. 57-74.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima, 2003. 247p.