

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MIRANDA

Amanda Silveira de França¹; Luiz Guilherme Maiolino Lacerda de Barros², Keila Roberta Ferreira de Oliveira³, Marcelo Campos⁴, Nathália Sandim Matos⁵, Laynara Dayene Soares Obregão⁶, Ingrid Cecília Walker⁷, Carlos Nobuyoshi Ide⁸ & Fábio Veríssimo Gonçalves⁹

RESUMO - O Brasil é um país privilegiado em disponibilidade hídrica, mesmo com sua distribuição espacial desigual. No entanto, a falta de zelo com o recurso disponível leva a necessidade de um maior controle da qualidade das águas, tendo em vista ser um fator indispensável para o abastecimento populacional e o equilíbrio do ecossistema. Neste trabalho foi realizado o monitoramento da qualidade da água no Rio Miranda, próximo a Base de Estudos do Pantanal-UFMS (BEP/UFMS). Foram realizadas análises pontuais das seguintes variáveis: Oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, resíduo total, e por fim testes ecotoxicológicos, em três pontos ao longo do rio. Determinou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA_{CETESB}) para os dados obtidos e avaliou-se a classificação das águas segundo a legislação pertinente. Também foi analisada a toxicidade com testes crônicos realizados com a espécie *Daphnia*. As águas do Rio Miranda foram classificadas como “Boa” no ponto a montante da BEP e “Razoável” nos demais pontos à jusante. O corpo hídrico está em conformidade com a classe 2, e não foi detectada toxicidade no trecho analisado.

ABSTRACT - Brazil is rich in water availability, even considering the water distribution along the country. However, the water quality can be neglected, requiring greater control of its use. In this work the monitoring of the water quality in the Rio Miranda, near the Pantanal-UFMS Study Base (BEP / UFMS) was carried out. The following variables were analyzed: dissolved oxygen, thermotolerant coliforms, hydrogen ionic potential (pH), biochemical oxygen demand, water temperature, total nitrogen, total phosphorus, turbidity, total residue, and finally, ecotoxicological tests, at three points along the river. The Water Quality Index (IQA_{CETESB}) was determined and the water was evaluated according to the pertinent legislation. Chronic toxicity tests performed with the *Daphnia* species was also analyzed. The waters of the Miranda River were classified as “Good quality” at the BEP upstream and “Moderate quality” at the other downstream points. The water body complies with class number two, and no toxicity was detected in the section analyzed.

Palavras-chave: Monitoramento; IQA, toxicidade.

¹) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, amandafranca1144@gmail.com.

²) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, luizmaiolino18@gmail.com.

³) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, keila.ferreira@ufms.br.

⁴) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, marcampoms@hotmail.com.

⁵) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, nathalia.smatos7@gmail.com.

⁶) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, laynaraobregon@gmail.com.

⁷) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499, ingridwalker93@gmail.com.

⁸) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499. carlos.ide@ufms.br.

⁹) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Av. Costa e Silva, s/n, 67 3345 7499. fabio.gonclaves@ufms.br.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica relacionada às demandas de uso da água têm sido um dos grandes desafios mundialmente. No Brasil as preocupações estão direcionadas na distribuição espacial dessa disponibilidade e da qualidade da água para atender aos usos preponderantes.

Segundo a Agência Nacional da Água (ANA, 2018) a vazão superficial média no Brasil no ano de 2017 era de aproximadamente 260mil m³/s, mas a disponibilidade hídrica calculada era cerca de 78.600 m³/s. No entanto, a distribuição desse escoamento superficial influencia diretamente na escassez que cada região pode enfrentar. Sabe-se que 80% da água disponível se encontra na bacia amazônica, região com menor densidade demográfica.

Ainda, retira-se anualmente 2.083m³/s da água e seu uso é dividido entre irrigação (52%), para abastecimento urbano (23,8%), indústrias (9,1%), dessedentação animal (8%), e do total, cerca de 1.158m³/s de água é consumida.

Os usos da água estão condicionados à sua qualidade. A Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) e a Deliberação Estadual CECA/MS nº36 (Mato Grosso do Sul, 2012) dispõem sobre as classes de usos e a respectiva qualidade das águas superficiais necessária para tais usos.

O crescimento populacional, avanço industrial e a agropecuária, dentre outras atividades, quando não geridas adequadamente, impactam negativamente sobre a qualidade dos cursos d'água, provocando impactos de difícil recuperação. O despejo irregular de efluentes domésticos e industriais são exemplos significativos da pressão antrópica exercida sobre os mananciais brasileiros (ANA, 2017).

Desta forma, monitorar os recursos hídricos se torna a principal ferramenta para subsidiar as ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

O IQA (Índice de Qualidade de Água) é um dos recursos mais utilizados para classificação da qualidade de corpos hídricos, criado a partir de um estudo realizado pela “National Sanitation Foundation” e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (CETESB, 2018). O método analisa 9 parâmetros físicos e químicos e tem como único resultado a classificação da qualidade da água analisada. São eles: Oxigênio dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes, Potencial Hidrogeniônico-pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Temperatura da Água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e por fim Resíduo Total.

Para realizar abordagens da qualidade de água uma importante ferramenta é o índice de Qualidade de Água (IQA), que é utilizado como uma metodologia integradora já que converte várias informações em um único resultado numérico. (Almeida & Schwarzbald, 2003).

Para Knie e Lopes (2004), as análises químicas individualmente não são capazes de avaliar os efeitos tóxicos, de quaisquer substâncias, em seres vivos. Tal fato, garante a necessidade de avaliações ecotoxicológicas em análises ambientais. Portanto, em conformidade com a resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005), além dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados pelo IQA, se faz necessária a realização de testes ecotoxicológicos para a caracterização ambiental de um corpo hídrico.

Segundo Zagatto e Bertolotti (2008) os testes de toxicidade aguda servem para averiguar os efeitos sofridos, normalmente severos e rápidos, pelos organismos teste, quando expostos a reagentes químicos, para um curto período de tempo.

Assim, considerando a grande importância do Rio Miranda para população que habita em seu entorno, faz-se indispensável o monitoramento da qualidade da água do curso d'água tendo em vista seus usos múltiplos como o abastecimento de água, utilização na irrigação, dessedentação de animais e fonte de renda de inúmeras famílias.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Miranda, nas proximidades da Base de Estudos do Pantanal (BEP/UFMS) em relação à Deliberação CECA nº 36 (Mato Grosso do Sul, 2012), determinar o Índice de Qualidade da Água – IQA_{Cetesb} e a presença de efeito tóxico, considerando os diversos usos da Bacia, incluindo lançamento de efluentes tratados nas proximidades do trecho avaliado.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo do presente trabalho é o Rio Miranda, formado no encontro do córrego Fundo com o Rio Roncador nos limites municipais de Ponta Porã, Guia Lopes da Laguna e Jardim e a foz em Corumbá desaguardo no rio Paraguai. Possui uma extensão de aproximadamente 800 km. Em função de sua nascente se localizar em áreas calcárias, este manancial possui águas com elevado grau de transparência.

A Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM) encontra-se inteiramente no Estado do Mato Grosso do Sul e está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai cuja área de abrangência é de 42.993,83km².

A unidade de planejamento do Miranda abrange 30 municípios sendo estes: Anastácio, Aquidauana, Bandeirantes, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Corguinho, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jaraguari, Jardim, Maracaju, Miranda, Nioaque, Ponta Porã, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e por fim Terenos. A vegetação predominante é o cerrado, porém também são encontrados Florestas Estacionais e o Pantanal.

Possui como principal corpo hídrico o rio Miranda, o qual se faz objeto de estudo do atual trabalho. É formado no encontro do córrego Fundo com o rio Roncador.

A captação de água para abastecimento público é realizada através de captação subterrânea e de mananciais superficiais, sendo realizadas em casos específicos de ambas as fontes. Municípios como Corumbá, Guia Lopes da Laguna, Jardim e Miranda utilizam exclusivamente a água superficial como fonte para o abastecimento público.

As áreas rurais dos municípios presentes na BHRM merecem maior atenção, tendo em vista os menores índices de atendimento com rede coletora de esgoto que por sua vez devido à falta de assistência na coleta e tratamento de esgotos acarreta no aumento de fontes de poluição pontuais já que ocorre lançamento do esgoto bruto diretamente nos corpos d'água.

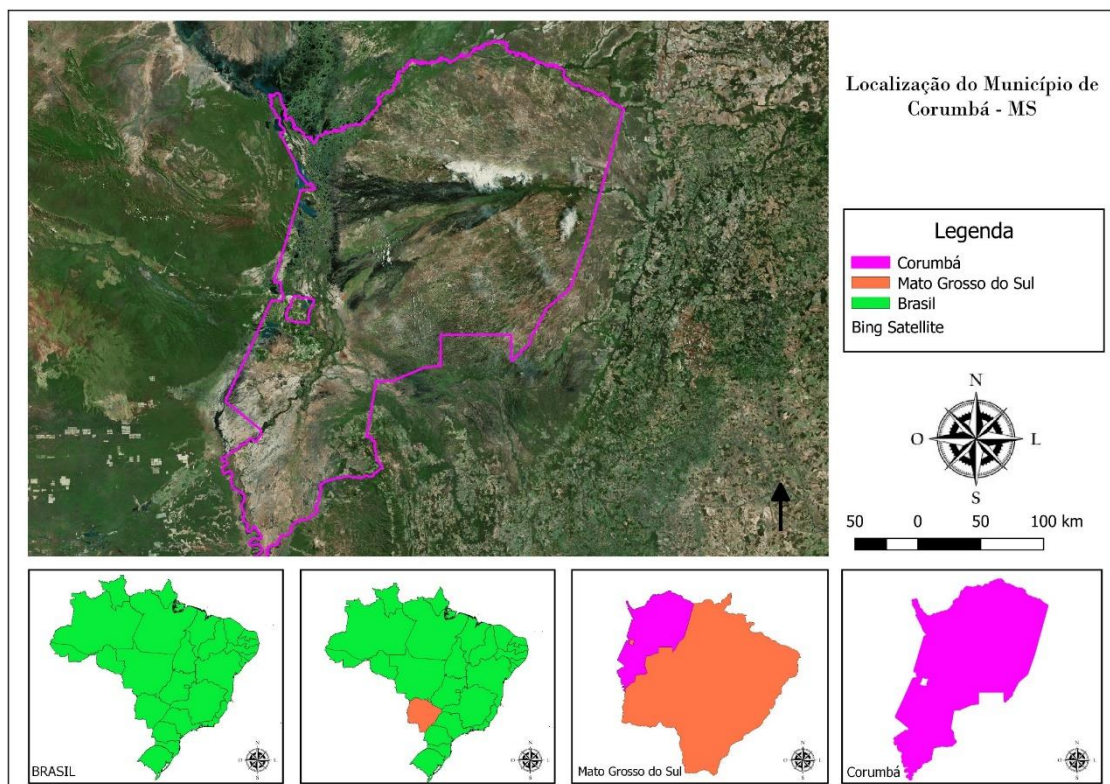


Figura 1: Localização do Município de Corumbá- MS

Amostragem de qualidade da água e procedimentos de laboratório

As amostras para análise de qualidade da água foram coletadas no trecho que compreende o perímetro da Base de Estudos do Pantanal (BEP/UFMS), em três pontos: a montante da BEP/UFMS (Ponto 1) de coordenada S 19°34.894' W 57°01.076', a jusante da BEP/UFMS (ponto 2), S 19°34.847' W 57°01.227' e jusante do ponto 2, nas coordenadas S 19°34.075' W 57°02.823'. (Ponto 3).

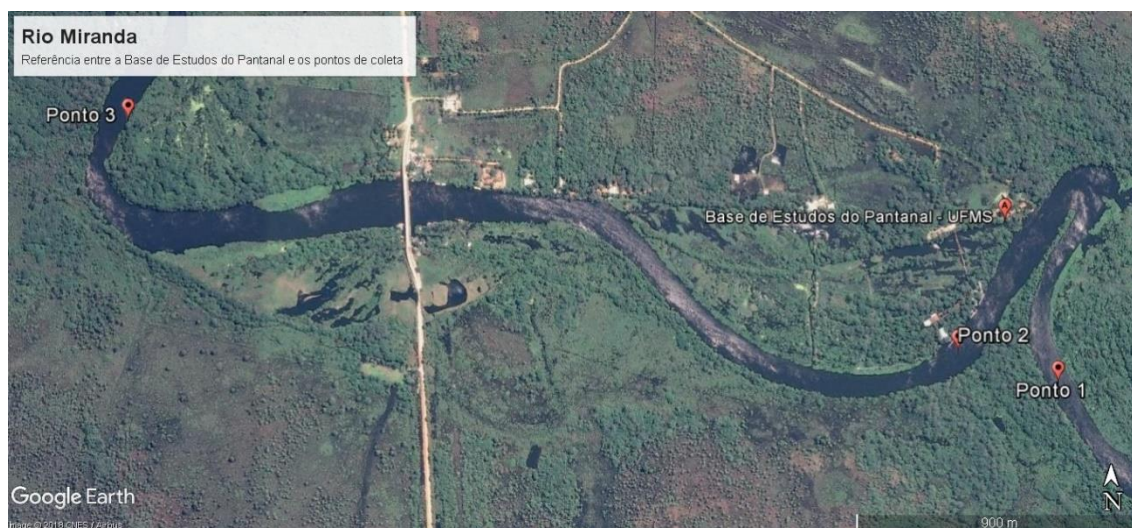


Figura 2: Pontos de coletas.

A coleta pontual foi realizada com o auxílio da garrafa de Van Dorn, a 50 cm de profundidade, na vertical de maior velocidade. A técnica de coleta utilizada foi a mesma nos três pontos analisados e está de acordo com os estudos de Ide (2003) e Shinma (2004).

Para cada parâmetro analisado um frasco específico é requisitado, logo foi utilizada como referência as técnicas de preservação e os frascos declarados na NBR 9898/87, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Frascos e tipo de preservação das amostras.

Parâmetros	Tipo de frasco	Preservação
Coliformes Termotolerantes	Vidro Autoclavável	Refrigeração entre 4° e 8° C
DBO (5,20)	Polietileno	Refrigeração a 4° C
Fósforo total	Vidro	H ₂ SO ₄ até pH < 2 e refrigeração a 4° C
Nitrogênio total	Polietileno	H ₂ SO ₄ até pH < 2 e refrigeração a 4° C
Oxigênio dissolvido	Vidro	2 mL sol. Sulfato manganoso e 2 mL sol. Álcali iodeto-azida
pH	Polietileno	Refrigeração a 4° C
Sólidos Totais	Polietileno	Refrigeração a 4° C
Temperatura	Polietileno	Leitura imediata
Turbidez	Polietileno	Refrigerar e manter ao abrigo da luz

Após as coletas as análises foram realizadas no laboratório presente na BEP/UFMS, com exceção da temperatura que foi analisada em campo durante as coletas e a demanda bioquímica de oxigênio, a qual necessita de 5 dias para obter seu resultado, que foi acondicionada em uma caixa térmica e enviada para Campo Grande- MS, onde foi analisada no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

As análises foram realizadas de acordo com as técnicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition, (APHA et al., 2017).

Os resultados foram comparados com valores de referência das classes de uso (Deliberação CECA nº36/2012).

Índice de qualidade de água

Para a determinação do IQAcetesb foi realizado o produtório ponderado das qualidades de água correspondente aos parâmetros mencionados (CETESB, 2018):

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

Onde Π é o multiplicatório; *número* de ordem da variável q_i a qualidade relativa da iésima variável IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

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

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

N : número de variáveis que entram no cálculo do IQA_{CETESB}.

Para cada parâmetro foram atribuídos pesos fixos w_i (Tabela 2) e com os valores foram calculados os coeficientes de variação da qualidade (q_i).

Tabela 2 - Peso w_i utilizado no cálculo do IQA_{CETESB}

Parâmetro	Peso W_i
Oxigênio dissolvido (%OD)	0,17
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
DBO (mg/L)	0,1
Nitrogênio total (mg/L)	0,1
Fósforo total (mg/L)	0,1
Temperatura (°C)	0,1
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Os resultados são expressos em categorias de qualidade: ótima; boa; regular; ruim e péssima, onde os valores de classificação variam de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Ponderação dos valores de IQACETESB.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Os valores dos parâmetros obtidos foram calculados em planilhas eletrônicas para obtenção do resultado do Índice de Qualidade de Água (IQA).

Ensaio toxicológico

Os testes toxicológicos de caráter agudo, foram realizados conforme as especificações da norma da ABNT NBR 12713/2016 (ABNT, 2016). Para a análise toxicológica da água proveniente do Rio Miranda, foram realizados testes toxicológicos agudos, considerando a concentração média letal a taxa de 50% da população.

Para o teste foi utilizado o organismo teste *Daphnia Similis*, com idade de 06 a 24 horas de vida, os chamados neonatos. Estes organismos foram cultivados pela descritas acima.

O teste agudo é de caráter estático, pois durante um tempo pré-determinado, não a alteração nas amostras, nem por renovação da própria amostra, ou por adição de comida para os organismos (Knie & Lopes, 2004).

Assim, foram determinadas as concentrações das amostras e foi adotada uma solução controle, com apenas água de diluição. Para cada concentração analisada, foi utilizado três béqueres de 50 mL, com 10 neonatos para cada béquer, totalizando 30 neonatos expostos por concentração.

Os resultados são encontrados quando inspecionado cada béquer, e conferido o número de organismos vivos em cada um deles. Caso não tenha mortalidade de 50% dos organismos expostos em nenhuma das concentrações, podemos afirmar que a amostra não é tóxica.

RESULTADOS

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas estão apresentados na Tabela 4. A maioria dos parâmetros analisados apresentaram-se compatíveis com a classe 2 de usos para água doce segundo a deliberação CECA/MS nº36 (Mato Grosso do Sul, 2012) e a CONAMA nº 357 (Brasil, 2005), com exceção do Oxigênio Dissolvido que está abaixo no nível esperado para tal classe. O valor mínimo esperado por esse parâmetro, conforme as legislações vigentes, é de 5mg/L de O₂.

Tabela 4 - Resultados com os parâmetros IQACetesb.

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Escherichia Coli (UFC/100mL)	24,28	19,05	27,9
pH	7,59	7,57	7,54
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	0,1	0,3	0,4
Nitrogênio Total – NT (mg/L) N	3,4	6,3	3,3
Fósforo Total -PT (mg/L) P	0,5	0,79	0,71
Temperatura (°C)	28	28	28
Turbidez (UNT)	74	73	75
Resíduo Total - RT (mg/L)	221	217	224
Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L) O ₂	4,5	4,4	4,2
Resultado IQA_{Cetesb}	53	51	51
Avaliação da Qualidade	BOA	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL

O baixo nível de Oxigênio Dissolvido está relacionado ao consumo do mesmo no processo de decomposição da matéria orgânica. O período de realização do monitoramento foi no início do período chuvoso (Crispim *et al.*, 2005). A presença de camalotes é comum no trecho investigado, indicando a contribuição orgânica pela rica vegetação nas águas do Rio Miranda. Aliado a isto, cabe citar contribuições de carga orgânica das populações ribeirinhas e demais atividades na região. Ressalta-se, que o trecho investigado do Rio Miranda apresenta vazão média de aproximadamente 110m³/s (Aramaqui, 2015).

Os valores do IQA_{Cetesb}, obtidos foram de 53 para o ponto à montante (ponto 1) e 51 para os pontos de despejo e à jusante (pontos 2 e 3). Foi possível constatar que as águas do trecho do Rio Miranda foram classificadas como “BOA” no ponto 1, localizado à montante, e “RAZOÁVEL” nos pontos 2 e 3, despejo e à jusante, no período analisado.

Além disso, os testes de ecotoxicidade trouxeram resultados coerentes, onde nenhuma das amostras teve qualquer índice agudo de toxicidade, já que os organismos-teste exposto de ambas as amostras, montante e jusante da BEP, em concentração de 100%, não sofreram mortalidade. Tal resultado está em conformidade com a resolução CONAMA N°357/2005, onde exige que águas doces de classe 2, não tenham nenhum potencial tóxico e possam causar qualquer tipo de dano aos seres vivos locais.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados foi possível concluir que:

- A aplicação do IQA_{Cetesb} indicou que, no período de outubro de 2018, a qualidade da água do Rio Miranda a montante estava boa, e regular no ponto de despejo e a jusante.
- O rio atendeu aos padrões de qualidade correspondentes à classe 3 da resolução CONAMA n° 357/2005, porém como não possui classificação definida pela Deliberação Estadual CECA/MS n°36, o mesmo está enquadrado como classe 2.
- Não foi detectada toxicidade aguda nas amostras coletas.
- O parâmetro responsável pela redução da qualidade de água dos pontos 2 e 3 foi o Oxigênio Dissolvido, indicando o seu consumo elevado para a estabilização da matéria orgânica presente no período investigado.
- Recomenda-se a continuidade do monitoramento da qualidade da água para subsidiar as ações de enquadramento do corpo hídrico nas classes de usos preponderantes.

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd edition. Washington DC: American Public Health Association, Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). *NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 22p.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). *NBR 12713. Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com Daphnia spp. (Crustácea, Cladocera)*. Rio de Janeiro: ABNT, 33p.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2018). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual / Agência Nacional de Águas*. Brasília: ANA, 72p.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2018). *Atlas Esgoto: Despoluição das Bacias Hidrográficas*. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 92p.

ALMEIDA, M. A. B; SCHWARZBOLD, A. (2003). *Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA)*. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.1 Jan/Mar, pp. 81–97.

ARAMAQUI, J. N.; IDE, C. N.; DO VAL, L. A. A.; MONTANHEZ, B. E.; BARBOSA, E. H. B.; CORREA, J. S. (2015). *Utilização do método acústico em estudo hidrométrico do rio Miranda/Corumbá- MS*. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Brasília, DF, 9p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). *Resolução nº 357. 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*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (2018). *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo*. São Paulo, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Meio Ambiente, 303p.

CRISPIM, S. M. A.; BARONI JR., W.; BRANCO, O. D. (2005). *Perfilamento, Produção de Matéria Seca de Brachiaria brizantha no Pantanal, Sub-Região da Nhecolândia, MS*. Circular Técnica. Corumbá, MS, 4p.

IDE, C.N. (Coordenador) (2003). *Subprojeto 1.5 – Distribuição e transporte de agroquímicos e metais pesados na bacia do Alto Paraguai*. In: *Projeto implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai*. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. (2004). *Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações*. Florianópolis-SC, FATMA/GTZ, 249p.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. (2008). *A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos*. *Oecol. Bras.* v.12, n.3, p.355-381.

MATO GROSSO DO SUL. Legislação Ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul (2012). *Deliberação CEC/MS, Nº 036. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes, condições e padrões de lançamento de efluentes no âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, e dá outras providências*. Série Texto Legais. Edições ASMP: Campo Grande, 23p.

SHINMA, E. A. (2004). *Avaliação da qualidade das águas dos rios da bacia hidrográfica do Alto Paraguai, Pantanal*, Dissertação de Mestrado. 162p.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (2008). *Ecotoxicologia aquática: Princípios e Aplicações*. 2ª Ed. São Carlos: RiMa. 117p.