

IV-036 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO MIRANDA

Willian Ribeiro Ide⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da UFMS. Doutorando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da UFMS. Técnico do Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Carlos Nobuyoshi Ide

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Mato Grosso (UEMT), atual UFMS. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Jonas de Sousa Correa

Engenheiro Químico pela Faculdade Osvaldo Cruz. Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da UFMS. Doutorando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da UFMS. Professor convocado da Escola Estadual Hércules Maymone.

Marcelo Campos

Gestor Ambiental pela Universidade Estácio de Sá. Mestrando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da UFMS. Técnico do Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Maria Lucia Ribeiro

Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo. Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora titular na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Endereço⁽¹⁾: Av. Costa e Silva, Cidade Universitária, Campo Grande – MS, CEP: 79090-900 - Brasil. E-mail: willian.ide@ufms.br/willian.ide@hotmail.com

RESUMO

Tendo em vista a constante e crescente degradação dos recursos hídricos, é cada vez mais necessário o monitoramento da qualidade da água afim de melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos e garantir a disponibilidade hídrica para as futuras gerações. Para isso, foram criadas ferramentas que permitem monitorar a qualidade da água bruta com mais facilidade e praticidade, como o Índice de Qualidade de Água. Logo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio Miranda – MS, em três trechos específicos, a partir da aplicação do Índice de Qualidade de Água, comparando os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos obtidos com os valores previstos na literatura específica e na legislação pertinente. A partir das análises realizadas foi possível concluir que o trecho do rio estudado apresenta alguns parâmetros de qualidade de água, como *E. coli* e Fósforo Total, com concentração acima dos valores permitidos pela CONAMA 357/05, para rios de classe 2. Mesmo assim, o trecho ainda apresenta uma qualidade de água boa, a qual pode ser utilizada para consumo humano, após um tratamento adequado.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de qualidade da água, monitoramento da qualidade da água e recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A escassez de água tem sido um dos maiores problemas enfrentados no século XXI (MEHTA, 2007). De acordo com CARVALHO *et al.* (2010), o crescimento da população e o aumento do consumo da água, são os principais fatores responsáveis pela redução da qualidade e disponibilidade da água. Além disso, o uso descontrolado da água promove a geração de grandes quantidades de efluentes, contribuindo ainda mais com a degradação dos recursos hídricos.

De acordo com MANKAD (2012), muitos países já estão experimentando o impacto do uso inadequado da água. A escassez da água torna-se um problema real a cada dia e, por isso, há um grande interesse, por parte desses países, em investir em medidas corretivas para reverter tal situação.

Para reduzir o impacto ambiental causado pelas atividades antrópicas, várias legislações e resoluções ambientais, que visam classificar os corpos d'água e estabelecer os padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água, foram criadas, como o CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Também foram criadas leis específicas para cada região. No estado de Mato Grosso do Sul, a legislação vigente é a Deliberação CECA 003 (MATO GROSSO DO SUL, 1997). Mesmo assim, ainda há a necessidade de adotar outros tipos de medidas, a fim de garantir a disponibilidade hídrica para as futuras gerações.

Um método simples de avaliar a qualidade da água de um corpo hídrico é o Índice de Qualidade de água (IQA). O IQA foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. De acordo com SIMÕES *et al.* (2008), o Índice de Qualidade de água é um instrumento matemático utilizado para transformar grandes quantidades de dados de qualidade da água em um único número que resume os diferentes parâmetros de qualidade. Para SILVA e JARDIM (2006), o objetivo de um IQA é comunicar a qualidade de um determinado corpo hídrico aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica, sejam eles a população, as prefeituras, os órgãos de controle ambiental, os comitês das bacias hidrográficas, as organizações não-governamentais, entre outros.

O Índice de Qualidade de Água engloba em seu cálculo diversos parâmetros sendo, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Segundo LERMONTOV *et al.* (2009), o IQA desenvolvido pela Fundação Nacional de Saneamento (NSF) dos Estados Unidos da América se baseia na análise de nove parâmetros: temperatura; pH; oxigênio dissolvido; demanda bioquímica de oxigênio; coliformes termotolerantes; nitrogênio inorgânico; fósforo total; sólidos totais; e turbidez.

No Brasil, o índice começou a ser utilizado em 1975 pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), a qual adaptou o índice para os rios brasileiros. Atualmente, o Índice de Qualidade de Água da CETESB é o principal índice utilizado para o monitoramento da qualidade da água de rios e córregos no país.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio Miranda – MS, em três trechos específicos, a partir da aplicação do Índice de Qualidade de Água, comparando os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos obtidos com os valores previstos na literatura específica e na legislação pertinente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O rio utilizado nesta pesquisa foi o rio Miranda, atualmente classificado como classe 2, pela Deliberação CECA 003/97 (MATO GROSSO DO SUL, 1997). Este Rio apresenta cerca de 750 km de extensão e é um dos rios mais importantes que cruzam o Pantanal. O maior afluente do Miranda é o rio Aquidauana, que nasce na Serra de Maracaju e deságua no Miranda em pleno Pantanal, a 156 km da foz.

O Rio Miranda pertence a bacia hidrográfica do Miranda. Esta bacia compreende uma área de 44.740.50 km², abrangendo 23 municípios e representando 12% da área física do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). A região faz parte de um frágil ecossistema do Alto Paraguai, e percorre as regiões cerrado e pantanal.

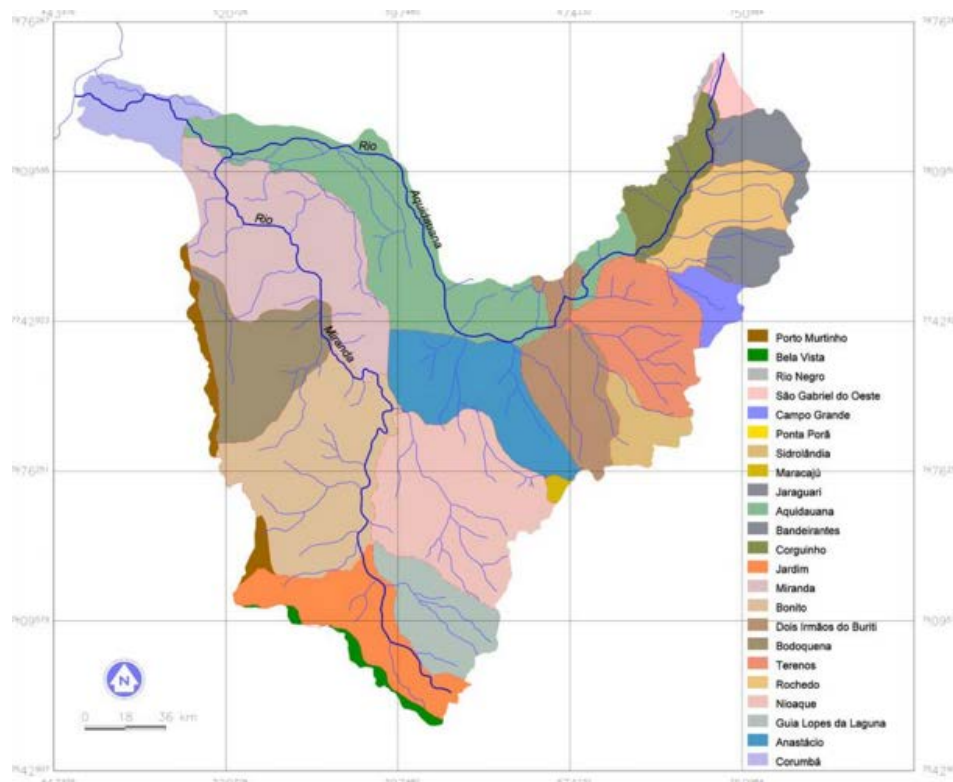


Figura 1: Bacia hidrográfica do Miranda.

Localização dos Pontos de Amostragem

Para este estudo, foram selecionados três pontos específicos do Rio Miranda. O método de escolha dos pontos priorizou a representatividade das contribuições, tanto em termos dos componentes antrópicos como físico e biológico do sistema como um todo. O ponto 1 está localizado à montante da Base de Estudos do Pantanal (BEP) (coordenadas da BEP: 19°34'37"S e 57°00'42"W); o ponto 2, à jusante da BEP; e, o ponto 3, após a ponte da MS-184. A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam e os pontos de coleta no rio Miranda, respectivamente.

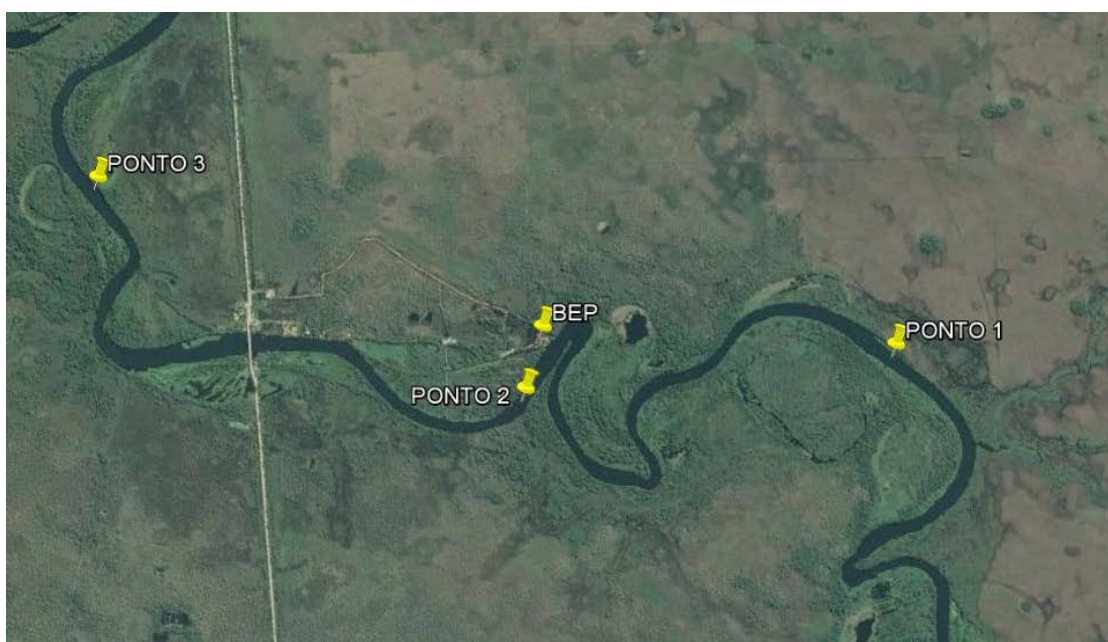


Figura 2: Localização dos pontos amostrais.

Análise e Amostragem

Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água do rio Miranda foram descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos avaliados.

Parâmetro	Unidade	Técnicas Analíticas
Alcalinidade	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	Titulométrico, Standard Methods
Cálcio	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	Titulométrico, Standard Methods
Cloreto	mgCl.L ⁻¹	Titulométrico, Standard Methods
Condutividade	μS.cm ⁻¹	Potenciométrico, Standard Methods
Cor	uC	Colorimétrico
Coliformes Totais	NMP.100mL ⁻¹	Colilert, Standard Methods
<i>Escherichia coli</i>	NMP.100mL ⁻¹	Colilert, Standard Methods
DBO ₅	mgO ₂ .L ⁻¹	Azida modificado, Standard Methods
DQO	mgO ₂ .L ⁻¹	Refluxo fechado, Standard Methods
Dureza	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	Titulométrico, Standard Methods
Fosfato Total	mgPO ₄ ⁻³ .L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Fósforo Total	mgP.L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Nitrogênio Total	mgN.L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Nitrogênio Amoniacal	mgNH ₃ .L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Nitrato	mgNO ₃ .L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Nitrito	mgNO ₂ .L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ .L ⁻¹	Azida modificado, Standard Methods
pH	-	Potenciométrico, Standard Methods
Salinidade	‰	Potenciométrico, Standard Methods
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	Gravimétrico, Standard Methods
Sólidos Sedimentáveis	mL SS.L ⁻¹	Cone Imhoff, Standard Methods
Sulfeto	μgS.L ⁻¹	Espectrofotométrico, Standard Methods
Temperatura da água	°C	Termômetro de mercúrio, Standard Methods
Temperatura do ar	°C	Termômetro de mercúrio, Standard Methods
Turbidez	NTU	Nefelométrico, Standard Methods
Transparência	cm	Disco Secchi, CETESB

Todas as análises foram realizadas em duplicata e de acordo com as normas estabelecidas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2012).

A coleta de amostra simples de água foi realizada utilizando um coletor de profundidade (garrafa de Van Dorn) à 50 cm da superfície. Após a coleta, a amostra foi transferida para frascos de coleta. O processo de coleta de amostra de água foi realizado na vertical de maior velocidade, a qual foi determinada a olho, através da observação de galhos e camalotes rodando no canal do rio.

Índice de Qualidade de Água

Para avaliar a qualidade de água do rio Miranda foi utilizado o Índice de Qualidade de Água da CETESB. O índice foi aplicado nos três pontos analisados. Os resultados foram comparados e discutidos no item posterior.

RESULTADOS

A coleta de água foi realizada na manhã do dia 12 de outubro de 2015. O tempo no dia apresentava-se nublado.

A análise da qualidade de água foi realizada com base nos dados obtidos dos três pontos amostrais distribuídos ao longo do rio Miranda. A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas no Rio Miranda.

Tabela 2: Análises físico-químicas e bacteriológicas do Rio Miranda.

Parâmetro	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Padrões CECA 003/97 CONAMA 357/2005
Coleta	-	07:10	08:40	07:53	
Alcalinidade	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	59,36	57,32	57,32	
Cálcio	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	17,49	16,7	15,11	
Cloreto Total	mgCl ⁻ .L ⁻¹	0,603	0,603	0,603	<250,0
Condutividade	μS.cm ⁻¹	130,9	129,43	129,8	
Cor	uC	5	5	5	
Coliformes Totais	NMP.100mL ⁻¹	2,3x10 ⁴	2,2x10 ⁴	2,3x10 ⁴	
<i>Escherichia coli</i>	NMP.100mL ⁻¹	1,7x10³	3,1x10 ²	2,0x10 ²	<1,0x10 ³
DBO	mgO ₂ .L ⁻¹	1,81	2,01	1,61	<5,0
DQO	mgO ₂ .L ⁻¹	14,1	15,1	12,5	
Dureza	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	58,03	57,04	56,05	
Fosfato Total	mgPO ₄ ⁻³ .L ⁻¹	0,29	0,34	0,36	
Fósforo Total	mgP.L ⁻¹	0,090	0,110	0,120	<0,050
Nitrogênio Total	mgN.L ⁻¹	3,1	3,4	3,6	
Nitrogênio Amoniacal	mgN.L ⁻¹	1,01	1,03	1,00	<3,7 – pH≤7,5
Nitrato	mgN.L ⁻¹	1,5	1,0	1,1	<10,0
Nitrito	mgN.L ⁻¹	0,3	0,3	0,2	<1,0
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ .L ⁻¹	5,13	5,43	5,33	>5,0
pH	-	7,2	7,2	7,3	6,0 – 9,0
Salinidade	‰	0,1	0,1	0,1	
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	322	310	298	
Sólidos Sedimentáveis	mL SS.L ⁻¹	0,2	0,1	0,1	
Sulfeto	μgS.L ⁻¹	0,132	0,134	0,119	2
Temperatura da água	°C	24,5	24,5	24,5	
Temperatura do ar	°C	19,0	20,0	19,0	
Turbidez	NTU	69,2	68,8	67,6	<100
Transparência	cm	23,2	22,2	23,5	

Como o rio Miranda é Classificado como classe 2 pela Deliberação CECA 003/97, os dados de qualidade da água obtidos foram analisados com base nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para rios de classe 2.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que, no ponto 1, o parâmetro *E. coli* não se enquadrou nos valores máximos estipulados pela Resolução CONAMA 357/2005 e CECA 003/1997, para rios de classe 2. Já para os pontos 2 e 3, os valores determinados encontram-se abaixo dos valores estabelecidos pelas Resoluções. O *E. coli* é um dos parâmetros de qualidade de água mais importantes. Este indica diretamente se há ou não contaminação fecal em um determinado local.

Em relação a DBO₅, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que o valor máximo para rios de classe 2 é de 5 mg/L. Neste estudo, nenhum ponto violou o valor limite estabelecido. A Demanda Bioquímica de Oxigênio refere-se à quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica carbonácea, por decomposição microbiana aeróbia para a forma inorgânica estável. As maiores elevações em termos de DBO₅ em um corpo d'água são provocadas por despejos de origem predominantemente orgânica, de modo que a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água.

Da mesma forma que os resultados de DBO₅, nenhum dos pontos analisados do rio Miranda apresentaram OD dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que é acima de 5 mg/L de OD para rios pertencentes à classe 2. O parâmetro Oxigênio Dissolvido representa a quantidade de oxigênio proveniente da

atmosfera que se encontra dissolvido nas águas naturais, desta forma, por ser consumido na oxidação da matéria orgânica, é utilizado para determinar o grau de poluição e a capacidade de oxidação da matéria orgânica em cursos d'água, quando se toma por base apenas a concentração deste parâmetro. Assim, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de OD, devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos, enquanto águas limpas apresentam elevadas concentrações de OD, chegando próximas ao valor da concentração de saturação, que é de 9,2 mg/L, para temperatura da água de 20°C.

A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece um valor para temperatura, porém esta desempenha um importante papel de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos, como o Oxigênio Dissolvido, que varia, entre outros fatores, em função da temperatura e da pressão atmosférica.

Com relação ao Potencial Hidrogeniônico, a Resolução CONAMA 357/05 estabelece o valor de pH, para rios de classe 2, entre 6 a 9. Como todos os valores de pH deram próximo de 7, os resultados estão de acordo com a Resolução. O Potencial Hidrogeniônico indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução, de modo que exerce influência, direta e indireta, sobre os ecossistemas aquáticos naturais. Uma das influências indiretas é o efeito sobre a solubilidade de nutrientes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, para $\text{pH} < 7,5$ o valor máximo estabelecido para o Nitrogênio Amoniacal é de 3,7 mg.L^{-1} . Neste estudo, nenhum valor foi superior ao estabelecido. O Nitrogênio Amoniacal é a forma mais reduzida do nitrogênio, de modo que se pode relacionar a idade da poluição com relação às formas de nitrogênio presentes no corpo hídrico. Desta forma, amostras de água em que as análises apresentam predominância das formas reduzidas, significa que o foco de poluição se encontra próximo. Os esgotos sanitários, em geral, constituem a principal fonte de Nitrogênio Amoniacal devido à hidrólise sofrida pela uréia na água. Outras fontes são os lançamentos de efluentes industriais e o escoamento superficial em áreas agrícolas e urbanas.

Para o Nitrito e Nitrato, a Resolução CONAMA 357/05 estabelece que o valor máximo é de 1 e 10 mg.L^{-1} , respectivamente, para rios pertencentes à classe 2. Em ambos os casos, os valores obtidos nos três pontos não ultrapassaram o valor estipulado. O nitrito é o ânion derivado do ácido nitroso, que é muito solúvel em água. O nitrito aparece em uma fase intermediária natural na oxidação microbiana do nitrato, e via de regra, o nitrito formado é imediatamente oxidado para a forma de nitrato. O Nitrato é o ânion derivado do ácido nítrico e é muito solúvel em água. Nos corpos d'água geralmente estão presentes em concentrações moderadas. Suas principais fontes de poluição são provenientes de adubos agrícolas e efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto. O Nitrito e Nitrato são formas oxidadas do Nitrogênio e representam que as descargas de esgotos se encontram distantes.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece valores limites distintos de Fósforo para rios pertencentes à classe 2. Para ambientes lênticos, é atribuído o limite de 0,025 mg.L^{-1} , enquanto para ambientes intermediários é atribuído o limite de 0,050 mg.L^{-1} . Nos pontos analisados, todos foram maiores que os valores estabelecidos pela Resolução. O Fósforo pode apresentar-se nas águas sob três formas diferentes, os fosfatos orgânicos, os ortofosfatos e os polifosfatos. O aparecimento do fósforo em águas naturais ocorre, principalmente, devido às descargas de esgotos sanitários e ao uso de detergente superfosfatados, além da matéria fecal, rica em proteínas. Outras fontes de fósforo são efluentes industriais e a drenagem de áreas urbanas e agrícolas.

Para a Turbidez, nenhum dos pontos analisados tiveram valores acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 em rios pertencentes à classe 2 (100 NTU). A Turbidez é a medida do grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água, devido à presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas (areia, silte, argila), detritos orgânicos, algas, bactérias, entre outros. Os principais influentes para a turbidez ocorrem por meio da erosão das margens dos rios em estações chuvosas, esgotos sanitários e efluentes industriais. A turbidez representa, de forma indireta, a quantidade de sólidos em suspensão presentes no corpo hídrico.

Em geral, esperava-se que o ponto 3 apresentasse as maiores concentrações dos parâmetros analisados, já que este ponto está localizado à jusante da base e após o vilarejo, onde ocorre o lançamento de esgoto doméstico.

Não se sabe o real motivo de tais discrepâncias, porém, acredita-se que o grande fluxo de barcos passando no local, no momento da coleta, contribui para resultados errôneos dos parâmetros. O fato da coleta ser efetuada com amostras simples também pode ter contribuído para resultados de difícil interpretação.

Índice de Qualidade de Água

Para determinar o IQA-CETESB no rio Miranda foi aplicada a metodologia proposta pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com base na *National Sanitation Foundation – NSF*. O cálculo do índice de qualidade das águas fornece resultados representados por (qi) que variam em uma escala de 0 a 100 (ótima, $79 < IQA \leq 100$; boa, $51 < IQA \leq 79$; regular, $36 < IQA \leq 51$; ruim, $19 < IQA \leq 36$; e péssima, $IQA \leq 19$), obtidos através da equação 1. Os valores de qi estão associados aos seus respectivos pesos (Tabela 3).

$$IQA_{cetresb} = \prod_{i=1}^9 qi^{wi} \quad (1)$$

Onde:

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

qi : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100;

wi : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (número entre 0 e 1).

Tabela 3: Valores de pesos de cada parâmetro do IQA-CETESB.

Parâmetro	Peso - wi
Oxigênio Dissolvido – OD (%OD Sat)	0,17
Coliformes fecais (NMP.100mL ⁻¹)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg.L ⁻¹)	0,1
Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹ N)	0,1
Fósforo Total (mg.L ⁻¹ P)	0,1
Variação na temperatura (°C)	0,1
Turbidez (NTU)	0,08
Resíduos Totais (mg.L ⁻¹)	0,08

Com os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e biológicos foram calculados os índices de qualidade de água para os três pontos do rio Miranda. O valor do IQA no ponto 1 foi de 56; no ponto 2, de 62; e no ponto 3, de 63. Como ambos os pontos apresentaram um IQA entre 51 e 79, a qualidade da água foi classificada como “boa”. Isto significa que esta água bruta apresenta, nesses três pontos, uma característica apropriada para ser usada no consumo humano, após o tratamento adequado.

CONCLUSÕES

Foi realizado um estudo da qualidade de água em um trecho do rio Miranda, localizado próximo à Base de Estudos do Pantanal – UFMS. A partir das análises realizadas foi possível concluir que o trecho do rio estudado apresenta alguns parâmetros de qualidade de água, como *E. coli* e Fósforo Total, com concentração acima dos valores permitidos pela CONAMA 357/05, para rios de classe 2. Mesmo assim, o trecho ainda apresenta uma qualidade de água boa, a qual pode ser utilizada para consumo humano, após um tratamento adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th edition, Washington D.C.: American Public Health Association, 2012.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível na Internet em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 09 mar. 2016.



3. CARVALHO, P., SIMÕES, P., MARQUES, R.C. Acessibilidade e capacidade para pagar pelos serviços de água e de esgotamento sanitário em Portugal. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.15, n.4, p.325-336, 2010.
4. LERMONTOV, A., YOKOYAMA, L. LERMONTOV, M., MACHADO, M.A.S. River quality analysis using fuzzy water quality index: Ribeira do Iguape river watershed, Brazil. *Ecological Indicators*, v.9, p.1188-1197, 2009.
5. MANKAD, A. Decentralised water systems: Emotional influences on resource decision making. *Environment International*, 44, 128-140, 2012.
6. MATO GROSSO DO SUL. Conselho Estadual de Controle Ambiental, CECA. Deliberação CECA/MS nº 003, de 20 de junho de 1997. Disponível na Internet em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/Mato%20Grosso%20do%20Sul.pdf>> Acesso em: 09 mar. 2016.
7. MEHTA, L. Whose scarcity? Whose property? The case of water in western India. *Land Use Policy*, v.24, p.654-663, 2007.
8. 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, p.689-694, 2006.
9. SIMÕES, F.S., MOREIRA, A.B., BISINOTI, M.C., GIMENEZ, S.M.N., YABE, M.J.S. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicator*, v.8, p.476-484, 2008.