



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA E ECOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO lato sensu EM GESTÃO E
PERÍCIA AMBIENTAL



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO RIO CUIABÁ.

Winícios Thiago Pereira de Almeida

Novembro de 2018
Cuiabá – MT

WINICIOS THIAGO PEREIRA DE ALMEIDA

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO
RIO CUIABÁ.**

Monografia apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Federal de Mato
Grosso como requisito para obtenção do título
de Especialista em Gestão e Perícia Ambiental.

Orientadora: Dr^a Zoraidy Marques de Lima

Novembro de 2018
Cuiabá – MT

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A447a Almeida, Winícios Thiago Pereira de.
ANÁLISE DAS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS DO RIO CUIABÁ / Winícios Thiago
Pereira de Almeida. -- 2018
34 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Zoraidy Marques de Lima.
TCC (especialização em Gestão e Perícia Ambiental) -
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências,
Cuiabá, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Qualidade da água. 2. Índice de Qualidade da Água. 3.
Monitoramento. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dr^a ZORAIDY MARQUES DE LIMA

Examinadora: Prof. Dra. ROSINA DJUNKO MIYAZAKI

Examinador: Prof. MS. ROGÉRIO PINTO DE MOURA MOREIRA

RESUMO

A água pode apresentar qualidades variáveis, dependendo do local e das condições de sua origem. A introdução de substâncias naturais e artificiais a partir de efluentes domésticos e industriais causa modificações químicas, físicas e biológicas na água, sendo esta a principal fonte de contaminação. A proteção dos recursos hídricos é essencial para assegurar a qualidade da água para consumo humano e o equilíbrio ecológico do planeta, por isso, o objetivo dessa pesquisa consistiu em avaliar dados das características físicas, químicas e microbiológicas da água do Rio Cuiabá utilizando informações dos relatórios anuais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) de 2010 a 2017. O estudo foi desenvolvido no rio Cuiabá, que se localiza na região hidrográfica do Paraguai e se caracteriza como importante corpo hídrico para o estado de Mato Grosso, bem como para o Pantanal. Para análise dos dados, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA), que, representa uma média de diversas variáveis. Não houve ocorrência de um índice péssimo ou ótimo para as estações. O valor que chega mais próximo de um índice péssimo é na estação CBA134 (P1) com 43. Esse índice se caracterizou como ruim, pois as variáveis OD, *Escherichia coli*, fósforo total e turbidez se mostraram acima do limite permitido em legislação. Na escala do IQA para qualidade de corpos hídricos classificados como ruim, a faixa é de 50 a 26. Em toda amostragem deste estudo, foram verificadas oito ocorrências de um índice ruim. Na estação CBA134 (P1) foram encontrados 4 índices ruins, nos meses: janeiro de 2011, fevereiro de 2014 e 2017 e novembro de 2017. Esses índices se tornam preocupantes, visto que essa estação é a primeira do rio Cuiabá, ou seja, fica em uma área menos antropizada. Na estação seguinte (CBA269 P2) não houve ocorrência de índice ruim. A estação CBA406 (P3) obteve duas ocorrências de índice ruim. Assim como na primeira estação, o mês de fevereiro de 2014 também se caracterizou como ruim, bem como o mês de fevereiro de 2016. A estação CBA671 (P4) também obteve duas ocorrências de índice ruim. No mês de fevereiro de 2012, o índice foi de 45, onde a variável de OD foi a única que se mostrou fora dos limites determinados pela Resolução Conama 357/2005, com 4,44 (mg/L O₂).

Palavras-chave: Qualidade da água. Índice de Qualidade da Água. Monitoramento.

ABSTRACT

The packaging is variable, depending on the location and conditions of its origin. The startup of natural and artificial changes from a refrigerant that causes chemical, physical and biological changes in water is a major source of contamination. The protection of water resources is essential to ensure the quality of the soil and the ecological balance of the planet. (SEMA-MT) in May 2017. The study was developed in the Cuiabá River, which is located in the hydrographic region of Paraguay and is considered as an important water body for the state of Mato Grosso, as well as for the Pantanal. Data analysis was used at all Water Quality Levels (IQA), which represents an average of several variables. There was no relation of a previous or optimal index for the seasons. The nearest value is an index at station CBA134 (P1) with 43. This index is characterized as poor, since the variables OD, Escherichia coli, total phosphorus and turbidity are higher than the limit allowed in legislation. In the IQA scale for the quality of water bodies classified as bad, the range is from 50 to 26. In all the samples of this study, the occurrences of a bad index were recorded. In CBA134 (P1), four indices were found in the ruins, in the months: January 2011, February 2014 and 2017 and November 2017. These indices are concerned, since this station is a first of the Cuiabá river, that is, in a less anthropized area. In the next station (CBA269 P2) there was no occurrence of bad index. The CBA406 station (P3) has two bad index occurrences. As in the first season, the month of February 2014 was also characterized as bad, as well as the month of February 2016. Station CBA671 (P4) was also called bad index occurrences. In February 2012, the index was 45, where an OD variable was the only variable that settled at the borders established by Conama Resolution 357/2005, with 4.44 mg/L O₂.

Keywords: Water quality. Water Quality Index. Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa das estações monitoradas na região hidrográfica do Paraguai.	16
Figura 2: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA	19
Figura 3: Valores de pH ao longo dos anos nos pontos amostrais	21
Figura 4: Valores de Oxigênio Dissolvido ao longo dos anos nos pontos amostrais.	22
Figura 5: Valores de DBO ao longo dos anos nos pontos amostrais	23
Figura 6: Valores de Fósforo Total ao longo dos anos nos pontos amostrais	24
Figura 7: Valores de Nitrato ao longo dos anos nos pontos amostrais	25
Figura 8: Valores de Temperatura da Água ao longo dos anos nos pontos amostrais	25
Figura 9: Valores de Turbidez ao longo dos anos nos pontos amostrais	26
Figura 10: Valores de Sólido Total ao longo dos anos nos pontos amostrais	27
Figura 11: Valores de Escherichia coli ao longo dos anos nos pontos amostrais	28
Figura 12: Matriz em escala de cores para análise do IQA.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo geral	10
2.1.1	Objetivos específicos.....	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1	Rio Cuiabá.....	11
3.2	Monitoramento da Qualidade da Água	12
3.3	Parâmetros de Qualidade da Água	13
3.3.1	Temperatura da água	13
3.3.2	pH	13
3.3.3	Oxigênio Dissolvido.....	13
3.3.4	Turbidez.....	14
3.3.5	Sólidos Totais	14
3.3.6	Nitrato.....	14
3.3.7	Fósforo.....	14
3.3.8	Demanda Bioquímica Orgânica (DBO)	15
3.3.9	Coliformes Termotolerantes.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Área de estudo	16
4.2	Levantamento de dados	17
4.3	Análise de dados.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5.1	Análises Químicas.....	21
5.2	Análises Físicas	25
5.3	Análise Microbiológica	27
5.4	Índice de Qualidade da Água	28
6	CONCLUSÃO.....	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A água representa um elemento indispensável à sobrevivência de todos os organismos vivos, além disso, é fundamental para a manutenção do clima na Terra. A água pode apresentar qualidades variáveis, dependendo do local e das condições de sua origem. O fornecimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta (TUNDISI, 2003).

A disponibilidade de água para consumo humano é limitada, considerando que apenas 0,14% da água existente na Terra é doce e uma pequena parte se encontra em fontes que permitem seu uso (BETTEGA et al., 2006), como mananciais, lagos, rios e lençóis subterrâneos (MOURA; ASSUMPÇÃO; BISCHOFF, 2009).

A introdução de substâncias naturais e artificiais a partir de efluentes domésticos e industriais causa modificações químicas, físicas e biológicas na água, sendo esta a principal fonte de contaminação. A eutrofização artificial é consequência do incremento elevado de matéria orgânica biodegradável originária de esgotos domésticos e de compostos orgânicos sintéticos não degradáveis, como pesticidas, detergentes e metais que conferem toxicidade ao meio ambiente aquático (MACEDO, 2004; LIBÂNIO, 2007).

Há uma grande variedade de elementos e substâncias químicas dissolvidas na água e a sua fonte predominante é o intemperismo natural das rochas, resultante do fluxo de água que dissolve os minerais e transporta os íons dissolvidos para os rios e oceanos, onde, eventualmente, são incorporados aos sedimentos. As contribuições humanas aos rios incluem ainda íons e substâncias solúveis de atividades industriais, de mineração. Menores quantidades podem vir da precipitação de partículas atmosféricas como ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) da emissão de gases, cloreto de sódio (NaCl) dos oceanos, e concentrações mínimas de outras substâncias (EMBRAPA, 2011).

A proteção dos recursos hídricos é essencial para assegurar a qualidade da água para consumo humano e o equilíbrio ecológico do planeta. O processo de urbanização e industrialização tem comprometido a qualidade dos recursos hídricos, sendo ela de grande importância para a sobrevivência de todos os seres vivos (DURIGON et al., 2015).

A qualidade das águas de um ambiente aquático depende das condições geológicas, geomorfológicas e da cobertura vegetal da bacia hidrográfica em análise (TUCCI, 2001), desta maneira, para avaliar e classificar a qualidade da água existe vários indicadores que

expressam aspectos parciais da qualidade das águas, entre eles o IQA-NSF proposto em 1970 pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos e introduzido no Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 1975, que o adaptou transformando-o num produtório ponderado de nove variáveis analíticas de monitoramento de qualidade de água sendo, atualmente, amplamente utilizado por diversas instituições governamentais de gestão e controle ambiental (ANA, 2005)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar dados das características físicas, químicas e microbiológicas da água do Rio Cuiabá utilizando informações dos relatórios anuais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) de 2010 a 2017.

2.1.1 Objetivos específicos

- Apresentar resultados de variáveis físicas, químicas e microbiológica no Rio Cuiabá no período em análise.
- Avaliar o Índice de Qualidade de Águas nos pontos amostrais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Rio Cuiabá

A Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá localizada no Estado de Mato Grosso, constitui-se em um importante manancial tanto para a população nela residente como para o Pantanal Mato-grossense, contribuindo com os processos da dinâmica das águas superficiais desse sistema hídrico de compensação e vazão, auxiliando na manutenção de sua estabilidade. Em termos políticos administrativos, sua área abrange os municípios de Jangada, Acorizal, e parte dos municípios de Chapada dos Guimarães, Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento, Rosário Oeste, Nobres, Alto Paraguai, Diamantino, Planalto da Serra, Nova Brasilândia e Campo Verde.

O clima incidente na Bacia Hidrográfica, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo AW - Tropical Chuvoso, ou Tropical de Savana (BRASIL, 1982), cujo regime sazonal é controlado fundamentalmente por massas de ar originárias da zona tropical, sobretudo pelo Anticiclone do Atlântico Sul (NIMER, 1988). A precipitação média anual é de 1.335 mm, com regime sazonal tipicamente tropical, cujo caráter deve-se aos sistemas regionais de circulação atmosférica, com distribuição não homogênea e diretamente relacionada com o relevo (BRASIL, 1997). O regime de precipitação apresenta dois períodos distintos: um chuvoso que vai de outubro a abril, e outro seco que vai de maio a setembro.

O rio Cuiabá, segundo Mato Grosso (1996), nasce na depressão interplanáltica de Paranatinga, município de Rosário Oeste, a aproximadamente 500 m de altitude, e tem o seu curso considerado até o Bairro do Porto, na cidade de Cuiabá a aproximadamente 158 m de altitude. A área por ele drenada constitui-se em uma bacia hidrográfica quando se considera sua passagem pelo Bairro do Porto como referência, ou em uma sub-bacia hidrográfica quando se considera o leito do rio Cuiabá, até a sua confluência com o rio Paraguai (CHIARANDA; COLPINI; SOARES, 2016).

Na Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá ocorrem as Unidades Litoestratigráficas: Aluviões Atuais (Ha), Cobertura Detrito Laterítica (TQdl), Grupo ou Formação Bauru (Kb), Grupo São Bento, Grupo Paraná, Grupo Alto Paraguai e Grupo Cuiabá, conforme levantamento e caracterização efetuada por Brasil (1982), Weska (1996) e Brasil (1997). De acordo com Brasil (1982), a bacia hidrográfica do rio Cuiabá, insere-se nas unidades geomorfológicas do Planalto dos Guimarães, subunidades Chapada dos Guimarães (CG) e Planalto do Casca (PC), Depressão do Rio Paraguai, subunidade Depressão Cuiabana (DC), Depressão Interplanáltica de Paranatinga (DPI) e Província Serrana (PS).

3.2 Monitoramento da Qualidade da Água

A partir de uma pesquisa realizada em 1970 pela “*National Sanitation Foundation*” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA (Índice de Qualidade das Águas) que incorpora nove variáveis consideradas importantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público. A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados. Para estas variáveis, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (ANA, 2005).

No caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado. Para ensaios de *Escherichia coli* é possível utilizar a mesma curva de qualidade que foi desenvolvida para Coliformes Termotolerantes. Constatou-se mediante estudo realizado pela própria CETESB, em 2008, que existe uma correlação entre os resultados de ambas as análises. Para cada 100 Coliformes Termotolerantes detectados em uma amostra havia aproximadamente 80 representantes de *Escherichia coli*, ou seja, aplicando-se um fator de correção de 1,25 sobre o resultado de *Escherichia coli* pode-se utilizar o valor equivalente da curva de Coliformes Termotolerantes (CETESB, 2018).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005) e suas alterações, as águas superficiais doces, salobras e salinas são classificadas, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Para cada um dos usos e classes de qualidade foram estabelecidos condições e padrões de qualidade por meio de variáveis: (1) descritivas, tais como materiais flutuantes não naturais, óleos e graxas, substâncias que propiciam gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis e toxicidade e; (2) quantitativas, tais como pH, DBO, OD, substâncias orgânicas, metais totais e dissolvidos, densidade de cianobactérias, teor de clorofila, entre outras, onde existem faixas de concentração permitidas. O limite máximo permissível das variáveis para cada classe de água é denominado de padrão de qualidade.

3.3 Parâmetros de Qualidade da Água

3.3.1 Temperatura da água

As mudanças de temperatura da água, fazem parte da dinâmica climática natural, o decréscimo da temperatura da água reduz a agitação térmica das moléculas e aumenta o número de pontes de hidrogênio, resultando no aumento da densidade da água. A interação da temperatura e da densidade é importante para a biota aquática, principalmente em sistemas subtropicais e tropicais, nos quais estas são proporcionais. Os processos físicos, químicos e biológicos são afetados semelhantemente ao aumento da demanda de oxigênio pelos peixes. As temperaturas elevadas da água aumentam a solubilidade de outros compostos químicos e devem aumentar o efeito deletério dos poluentes sobre a vida aquática. (PALMA-SILVA, 1999).

3.3.2 pH

O pH é considerado como um dos parâmetros ambientais mais importantes, e é uma das mais variáveis difíceis de se interpretar. Essa complexidade é produto dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo. Em cursos de água naturais, os valores de pH têm variado de 5 a 9, sendo a determinação desta indispensável para o conhecimento dos compostos presentes nessas águas. Os valores de pH estão diretamente relacionados com a concentração de íons de H^+ e OH^- nas águas, e suas concentrações são fortemente influenciadas por sais, ácidos e bases presentes no meio. Valores extremos podem afetar o processo de tratamento de água, além de contribuir com a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição (SALATI, 1996).

3.3.3 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é uma variável que tem relações com a temperatura, salinidade, turbulência da água e pressão atmosférica, mas suas flutuações diárias e sazonais estão mais relacionadas com as variações de temperatura, atividade fotossintética e vazão dos rios, já os processos de biodegradação e reaeração controlam as concentrações do oxigênio dissolvido. Os níveis de oxigênio dissolvido podem ser reduzidos com a decomposição dos resíduos orgânicos e oxidação dos resíduos inorgânicos. As concentrações baixas desta variável são particularmente perigosas para os organismos aquáticos, e valores inferiores a $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ produzem efeitos na maioria dos microrganismos aquáticos (CONNOLLY; CROSSLAND; PEARSON, 2004).

3.3.4 Turbidez

A turbidez da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio aquático. Estas são provocadas por plânctons, algas, detritos orgânicos e outras substâncias, tais como: zinco, ferro, composto de manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão e escoamento superficial ou da ação antrópica, como lançamento de efluentes domésticos e industriais. No tratamento de água a turbidez pode reduzir a eficiência da cloração pela proteção física dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes (DELLAMATRICE, 2005).

3.3.5 Sólidos Totais

Os sólidos totais presentes nas águas geralmente são classificados como sólidos dissolvidos, e os sólidos em suspensão. Nas águas naturais os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio e potássio. Os minerais contidos nas águas naturais podem ser diluídos (águas de chuva) ou aumentar pela adição de despejos industriais (PROBST; SUCHET, 1992).

3.3.6 Nitrato

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, sua concentração pode limitar a produção primária, aumentar a proliferação de microrganismos e apresentar potencial tóxico aos organismos aquáticos. Nos processos de degradação do nitrogênio são formados compostos como: amônia, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, entre outros. O nitrato está presente na maioria das águas superficiais e são oriundos de fontes humanas, animais e dos fertilizantes, por isso podem refletir a condição de saneamento da água (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

3.3.7 Fósforo

O fósforo é um elemento não metálico limitante da produção primária do ecossistema, ocorre em várias formas orgânicas e inorgânicas, dissolvido ou particulado. O fósforo é oriundo de fontes naturais como as rochas da bacia de drenagem, material particulado da amostra e decomposição de organismos, além das fontes artificiais, como os esgotos e o deflúvio superficial agrícola, que carrega compostos químicos oriundos de fertilizantes. O fosfato inorgânico $P-PO_4^3$ é a principal forma de fósforo assimilável pelos vegetais aquáticos,

para tanto sua quantificação é imprescindível e variável de acordo com o pH (ARAGÃO, SARMENTO, LISBÃO JUNIOR; 2001).

3.3.8 Demanda Bioquímica Orgânica (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio, de uma água é caracterizada como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Nas águas naturais a DBO representa o consumo potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis, o que poderá alterar os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pelos peixes, levando-os à morte (KATO; PIVELLI, 2005).

A degradação bioquímica de compostos nas águas naturais ocorre por meio da respiração endógena. Nele, o processo metabólico dos microrganismos heterotróficos transforma os compostos orgânicos biodegradáveis em produtos finais mais estáveis, tais como água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, amônia, nitratos, entre outros (VAN HAANDEL; MERAIS, 1999).

3.3.9 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*.

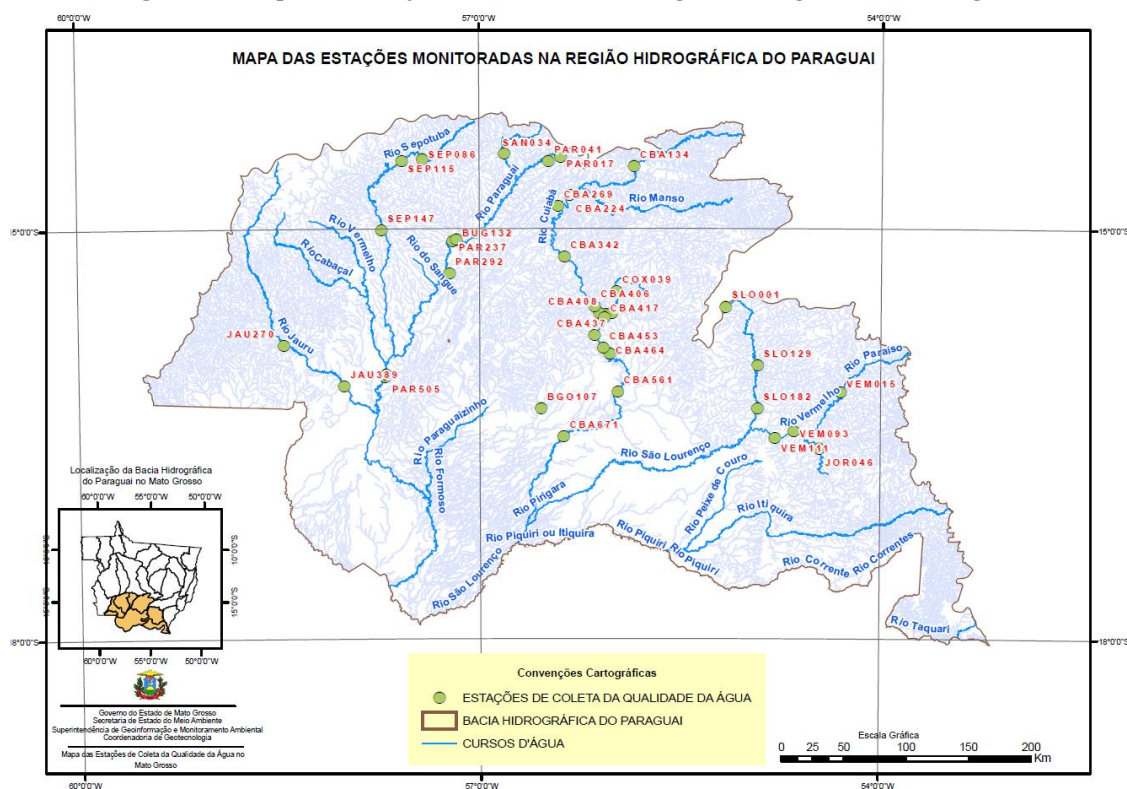
Os coliformes termotolerantes são: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas entre 44°C e 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal (BRASIL, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no rio Cuiabá, que se localiza na região hidrográfica do Paraguai (Figura 1) e se caracteriza como importante corpo hídrico para o estado de Mato Grosso, bem como para o Pantanal. A bacia do rio Cuiabá está situada na porção centro sul do estado de Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas de 54°38' e 57°00' de longitude oeste e 14°10' e 15°50' de latitude sul, com área de 22.851,10 km² (CHIARANDA et al., 2012).

Figura 1: Mapa das estações monitoradas na região hidrográfica do Paraguai.



Fonte: SEMA (2014).

O rio Cuiabá tem suas nascentes localizadas no município de Rosário Oeste, na região das encostas da Serra Azul. Os rios Cuiabá da Larga e o Cuiabá do Bonito são os seus principais formadores, sendo o primeiro considerado a sua nascente principal. Logo após a sua confluência com o rio Manso, já é designado de rio Cuiabá (SILVA, 2017).

4.2 Levantamento de dados

Os dados de qualidade da água que compõem este estudo, estão disponibilizados pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) no site eletrônico oficial. As informações são divulgadas a cada dois anos e atualmente está disponível o período de 2007 a 2017, porém, neste estudo foram utilizados dados de 2010 a 2017.

O rio Cuiabá possui 13 estações de monitoramento da qualidade da água, sendo que, algumas delas estão fora do limite do município de Cuiabá. O Quadro 1 traz informações das estações utilizadas nesse estudo.

Quadro 1: Estações utilizadas no estudo.

Curso d'água	Município	Código HIDROWEB	Código da Estação
Rio Cuiabá	Nobres	66133000	CBA134
Rio Cuiabá	Rosário Oeste	66250002	CBA269
Rio Cuiabá	Cuiabá	66259200	CBA406
Rio Cuiabá	Poconé	66341000	CBA671

Serão analisados parâmetros de qualidade da água, sendo variáveis físicas e químicas e microbiológica. As metodologias estão descritas por APHA (2005) e apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Análises e métodos utilizados.

Variáveis	Método
pH	Eletrométrico (APHA – método 4500-H +)
Oxigênio Dissolvido	Eletrométrico (APHA – método 4500-OC)
Temperatura da Água	Eletrométrico (APHA – método 2550 B)
Turbidez	Nefelométrico (APHA - método 2130 B)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Eletrométrico e quimioluminescência – Método Diluição e incubação 20 °C por 5 dias (APHA - método 5210 B)
Fósforo Total	Espectrofotométrico – Método reagente HACH Phosver® 3 (método HACH 8190)
Nitrato	Espectrofotométrico – Método UV Screening (APHA - método 4500-NO3- B)
Sólido total	Gravimétrico (APHA - método 2540 B)
<i>Escherichia coli</i>	Método Substrato Enzimático (Colilert ®) (APHA - método 9223 B)

Fonte: ANA (2005).

4.3 Análise de dados

Para análise dos dados, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA), que, representa uma média de diversas variáveis, (Quadro 2), em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade e indicando a relativa qualidade da água em pontos geográficos.

Esse método, permite a facilidade de comunicação com o público não técnico, promovendo um melhor entendimento entre a população leiga e as pessoas que gerenciam os recursos hídricos (SEMA, 2016).

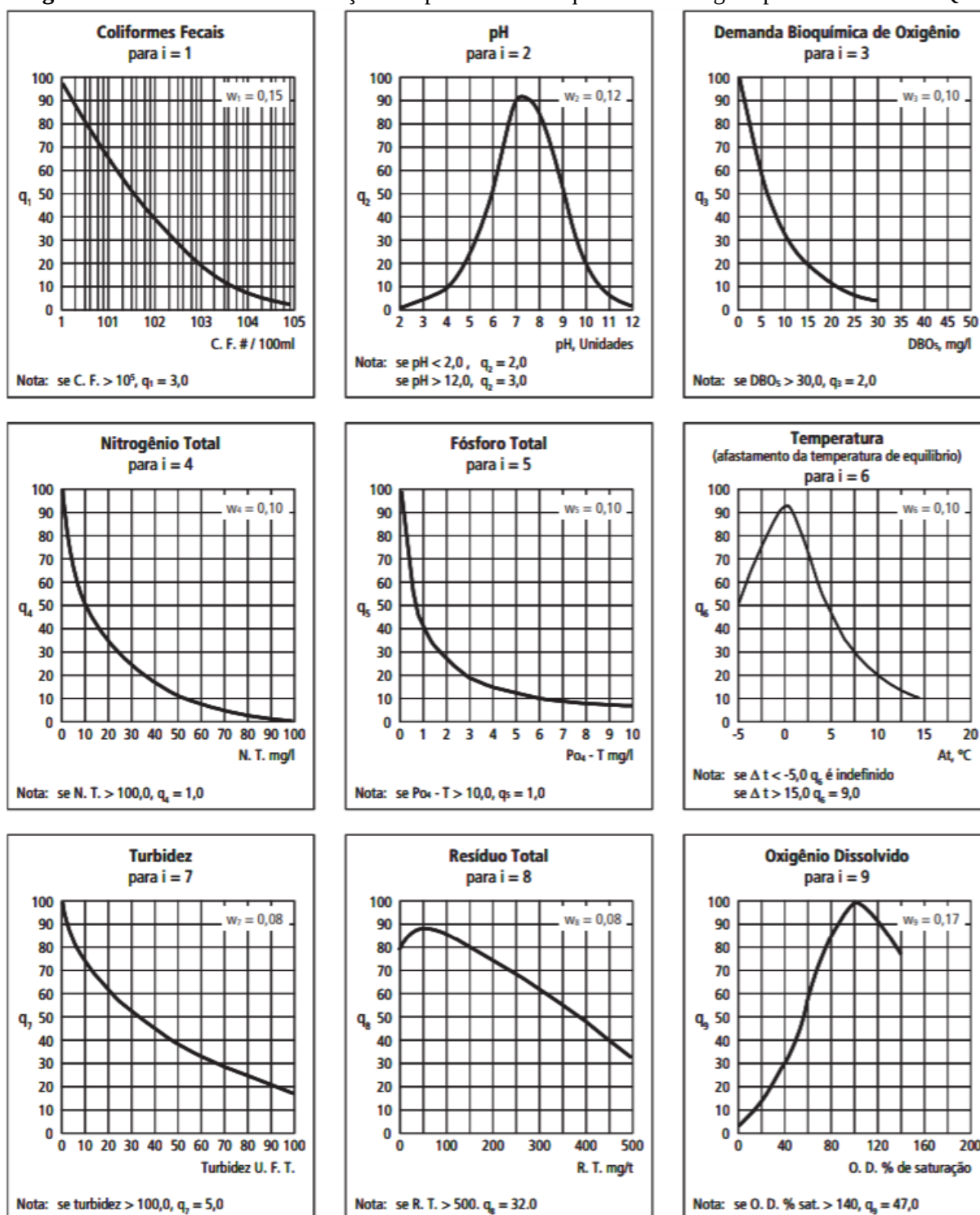
Quadro 3: Parâmetros com respectivos pesos para cálculo do IQA.

Parâmetro	Unidade	Peso (w)
pH	-	0,12
Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
Temperatura da Água	° C	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg O ₂ /L	0,10
Fósforo Total	mg P/L	0,10
Nitrato	mg N/L	0,10
Sólido total	mg/L	0,08
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	0,15

Fonte: ANA (2005).

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (figura abaixo).

Figura 2: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA



Fonte: ANA (2005).

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondente às nove variáveis, por meio das equações 1 e 2:

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

Sendo:

IQA = Índice de Qualidade da Água, 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;

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

Portanto:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Sendo:

n = número de parâmetros que fazem parte do cálculo.

A qualidade das águas calculada pelo IQA, numa escala de 0 a 100, pode ser classificada para abastecimento público, segundo a classificação apresentada no Quadro 4.

Quadro 4: Variação de faixas do IQA

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

Fonte: ANA (2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises Químicas

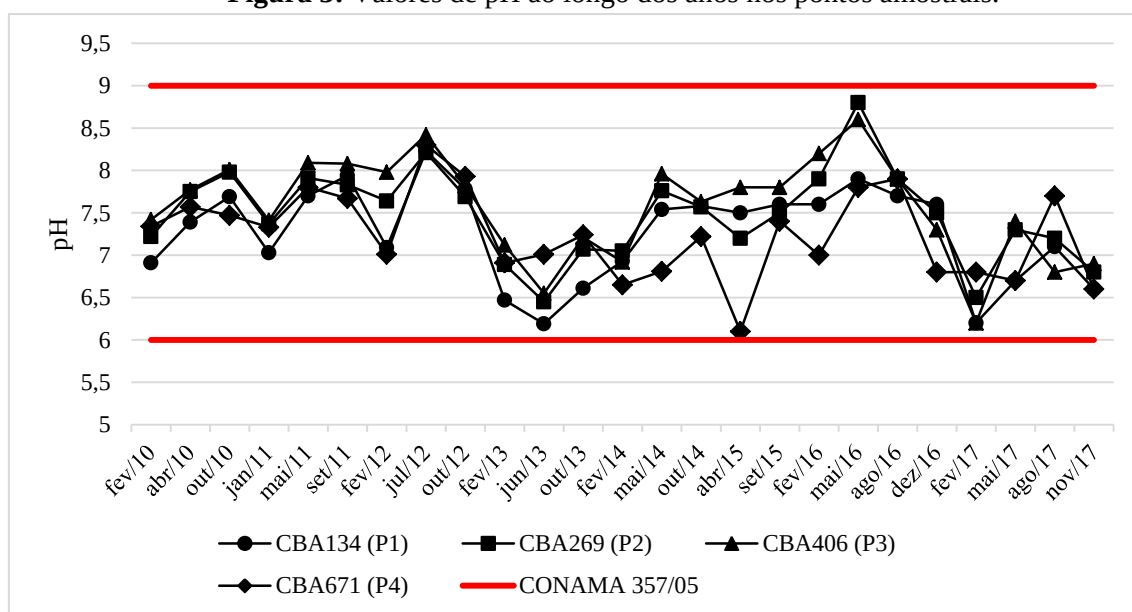
O pH é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa. É uma das ferramentas mais importantes e frequentemente utilizadas na análise da água.

A Figura 3 mostra os valores de pH encontrados nos pontos amostrais nos anos de analisados. O valor máximo de pH foi de 8,8 em maio de 2016 no ponto amostral CBA269 (P2), já o menor valor de pH foi de 6,0 no ponto amostral CBA671 (P4). No mês de maio de 2016, houve aumento do pH em todos os pontos amostrais, indicando que pode ter ocorrido aporte de sais nesse período. Foi verificado no relatório emitido pela SEMA, que nesse mesmo período não ocorreu chuva nas 24h que antecederam à coleta.

Segundo Minillo (2005) geralmente os valores maiores de pH estão relacionados à redução da precipitação e à baixa presença de material alóctone. O resultado do pH alcalino demonstra a decomposição da matéria orgânica no rio (ARRUDA, 2016). O pH pode ser influenciado por despejos domésticos e/ou industriais, pelo tipo de solo e pela erosão de áreas agrícolas que recebeu corretivos e fertilizantes (FRANCA et al., 2006).

A Resolução CONAMA 357/2005 mostra que o pH de água de rio classe 2 deve ter valor compreendido entre 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005), assim, as amostras para todos os anos analisados estão dentro dos parâmetros recomendados.

Figura 3: Valores de pH ao longo dos anos nos pontos amostrais.



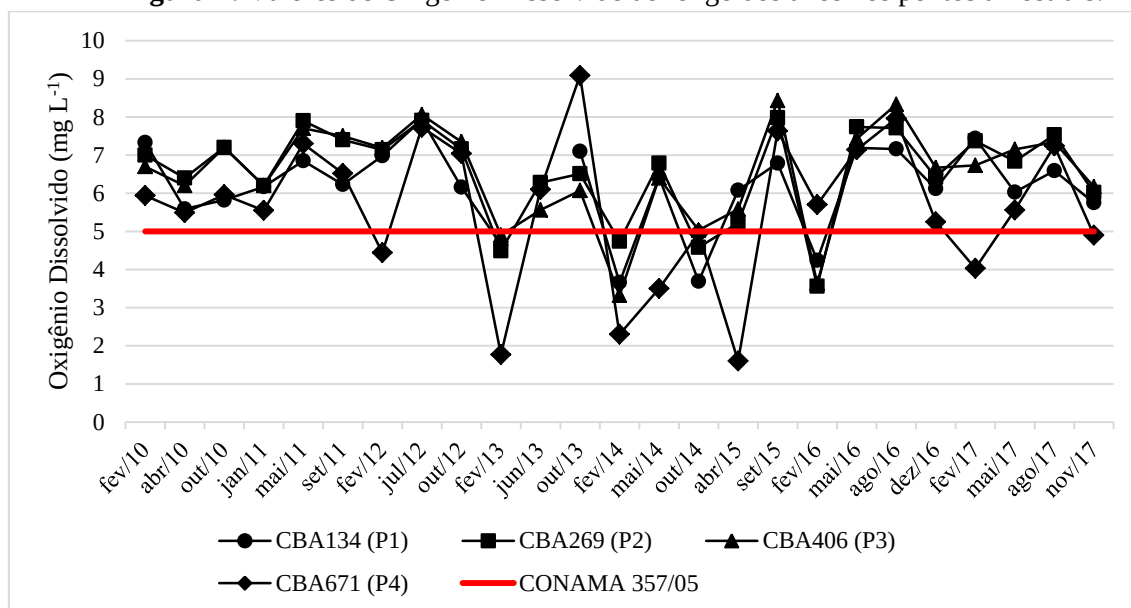
Fonte: Autoria Própria.

O Oxigênio Dissolvido é um componente essencial para o metabolismo dos microrganismos aeróbicos presentes em águas naturais, sendo indispensável para os seres vivos, especialmente os peixes, os quais geralmente não resistem a concentrações inferiores a $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ (KEGLEY; ANDREWS, 1998).

Foi verificado, conforme pode ser constatado na Figura 4 que, em alguns períodos, a taxa de OD foi abaixo do que estabelece a Resolução CONAMA 357/2015. Os meses de fevereiro de 2013 e abril de 2015, foram os períodos em que a taxa de OD foi menor, 1,77 e 1,60 respectivamente. A maior taxa registrada foi em outubro de 2014 com 9,09 de OD.

Um total de 17 ocorrências verificadas se mostraram abaixo do no mínimo exigido pela Resolução CONAMA 367/2005. Nos meses de fevereiro de 2013 e 2014 em todos os pontos amostrais, a taxa de OD se mostrou abaixo do permitido. Pela Figura 4 é possível observar que nos períodos de fevereiro de cada ano, o OD do rio Cuiabá tende a ser baixo.

Figura 4: Valores de Oxigênio Dissolvido ao longo dos anos nos pontos amostrais.



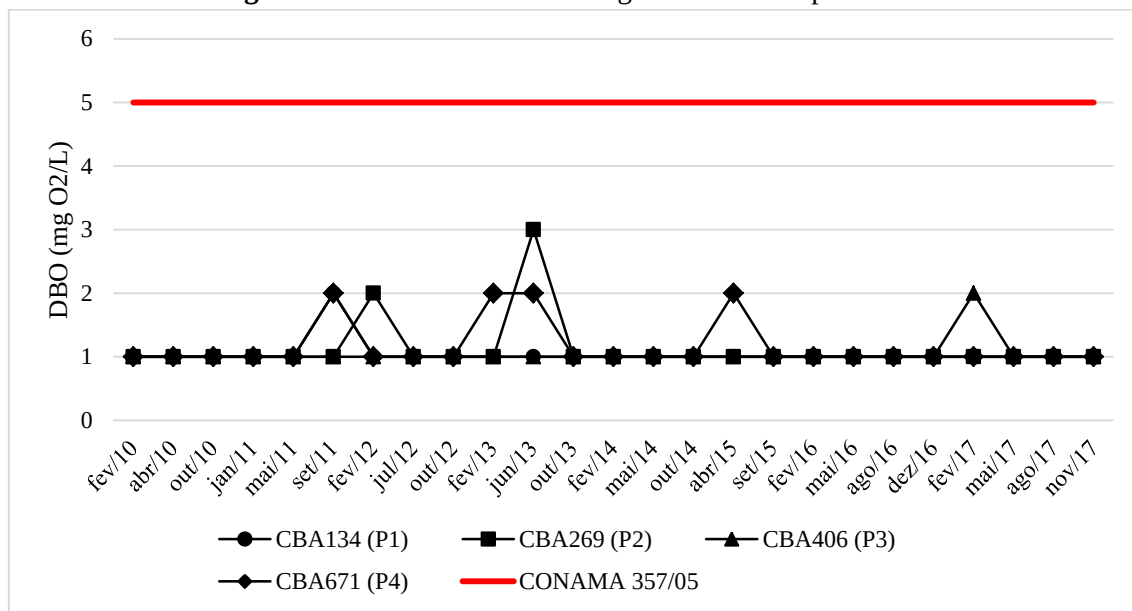
Fonte: Autoria Própria.

A DBO é uma variável utilizada para identificar a presença de matéria orgânica na água. Ela indica o consumo ou a demanda de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica presente na água, sendo definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidação bioquímica.

A Resolução CONAMA 357/2015 indica que em rios classe II o limite permissível para DBO é de 5 mg L^{-1} . A Figura 5 mostra que em nenhuma análise entre os anos de 2010 e 2017 foi verificada um valor que ultrapassasse o limite indicado pela legislação.

O valor máximo observado nas análises se deu no mês de junho de 2013, em que atingiu o pico de 3 mg L⁻¹. A maioria dos resultados, mostram que a DBO não passa de 1 mg L⁻¹. Foram verificadas 5 ocorrências de DBO igual a 2 mg L⁻¹. Por isso, a DBO não apresentou diferença substancial entre os períodos amostrais.

Figura 5: Valores de DBO ao longo dos anos nos pontos amostrais



Fonte: Autoria Própria.

A Figura 6 mostra os resultados obtidos referente ao fósforo total. Foi observado que a maioria das amostragens se mostraram acima do que estabelece a Resolução CONAMA 357/2015, em que o limite é 0,1 mg P L⁻¹. O maior valor de fósforo total encontrado foi no mês de fevereiro de 2017, atingindo 0,79 mg P L⁻¹. No mesmo mês, todas as estações de monitoramento se mostraram acima do permitido. De abril de 2015 a maio de 2017, todas as amostragens ficaram acima do limite adequado.

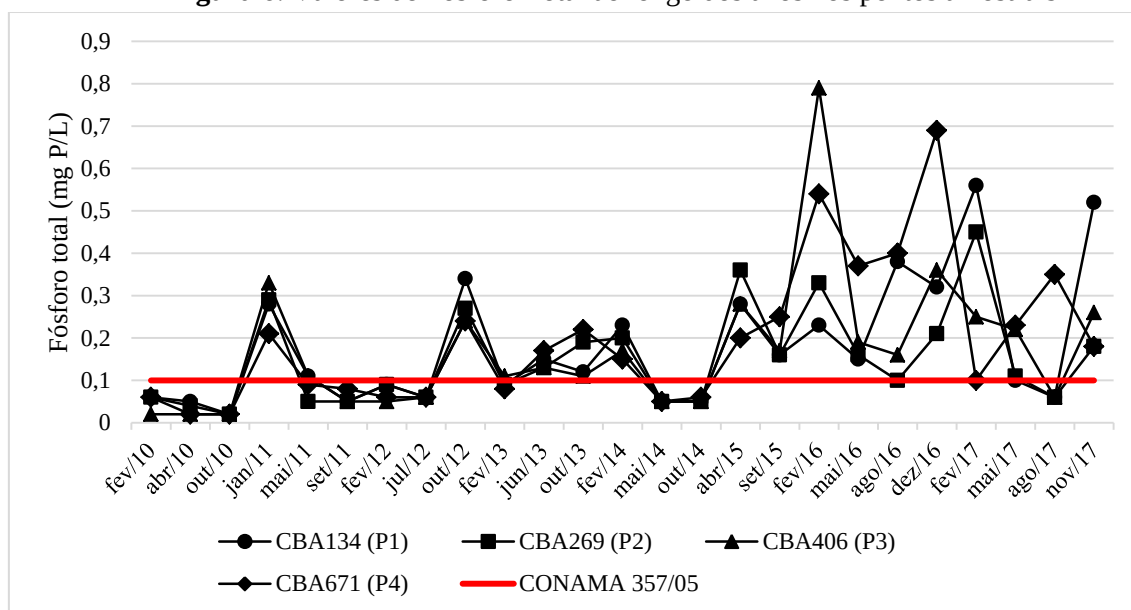
Arruda (2016) diz que devido à alta adsorção ao solo, o fósforo entra em corpos d'água superficiais adsorvidos às partículas de solo erodidas, isso mostra que a descarga de fosfato nas proximidades do rio Cuiabá é alta. Essa alta concentração de fosfato pode estar associada a lançamentos recentes de esgotos, por exemplo, compostos nitrogenados frequentemente são usados para indicar a idade da carga poluidora (esgoto) (SOUZA et al., 2015).

Silva (2014) mostra que a ocorrência de fósforo nas águas do rio Cuiabá está relacionada com as atividades antrópicas, que estão associadas à agricultura. O uso intensivo de fertilizantes fosfatados em áreas agrícolas e o lançamento de efluentes não tratados nos rios são as principais ações antrópicas que acarretam no grande aporte de nutrientes, como o

fósforo, que em excesso desencadeia processo de eutrofização dos corpos d'água, comprometendo, com isso, a qualidade da água, e ademais, o fósforo pode ser encontrado nos sedimentos nas formas ligadas ao cálcio, ferro e alumínio e, em espécies orgânicas ou adsorvidas aos minerais (ARRUDA, 2016).

O fósforo é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente das águas superficiais, já que ocorre pouca percolação deste elemento (KLEIN; AGNE, 2012).

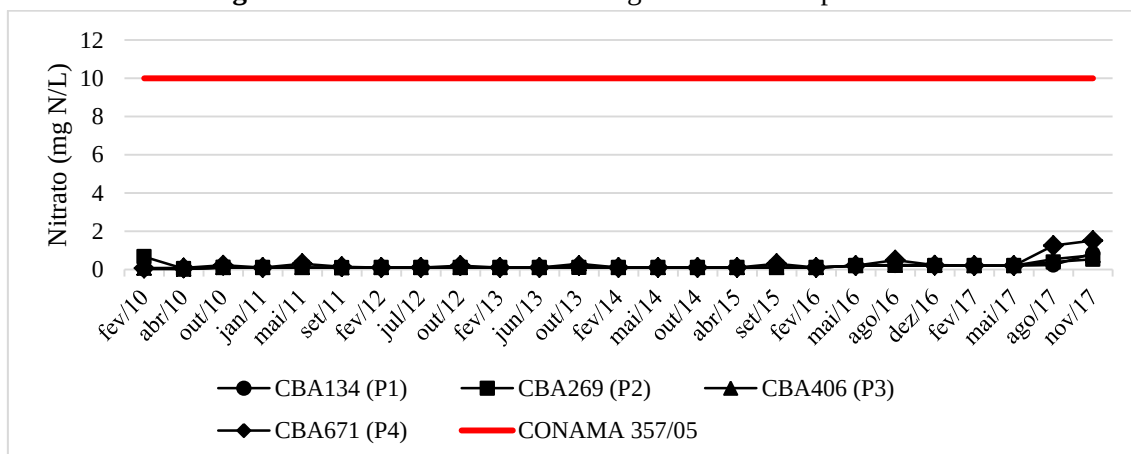
Figura 6: Valores de Fósforo Total ao longo dos anos nos pontos amostrais



Fonte: Autoria Própria.

O nitrato é a forma mais oxidada do nitrogênio, e é formado durante os estágios finais da decomposição biológica, tanto em estações de tratamento de água, como em mananciais de água natural (BIGUELINI; GUMY, 2012). O limite estabelecido para a concentração de nitrato em água doce de rio de classe II é de 10 mg/L, assim a quantidade de nitrato nas amostragens, se mostrou abaixo do que a Resolução Conama 357/2005 determina, conforme pode ser comprovado na Figura 7.

Figura 7: Valores de Nitrato ao longo dos anos nos pontos amostrais

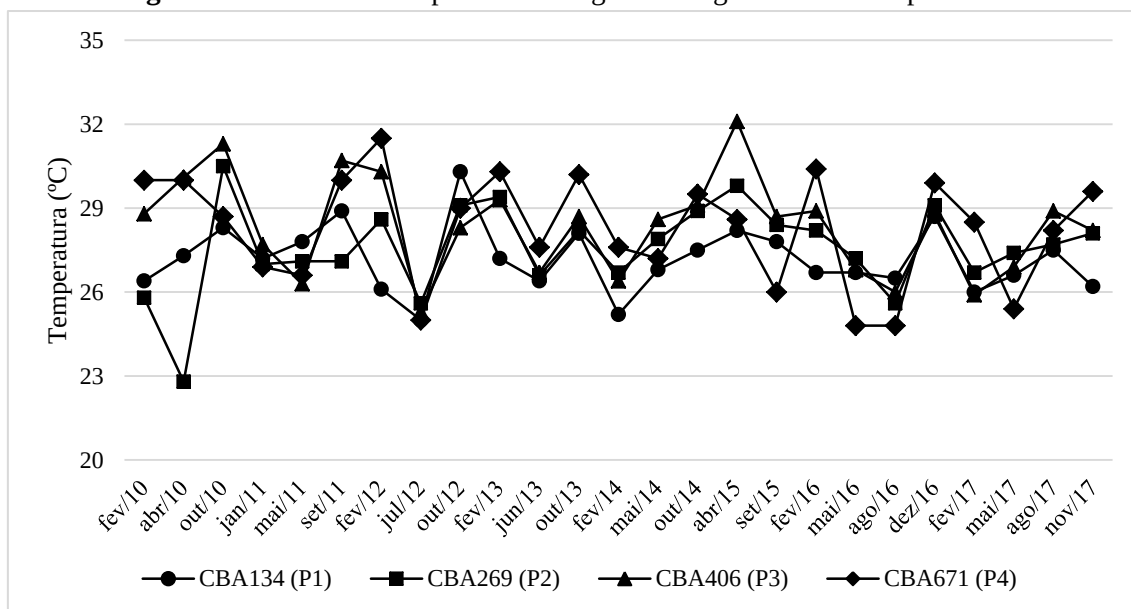


Fonte: Autoria Própria.

5.2 Análises Físicas

A Figura 8 mostra os resultados de temperatura da água do rio Cuiabá. Foi observado que o valor mínimo da temperatura ocorreu em abril de 2010 com 22,8° C e um valor máximo de 32,1° C no mês de abril de 2015. Essa variável é diretamente influenciada pelo clima da região.

Figura 8: Valores de Temperatura da Água ao longo dos anos nos pontos amostrais

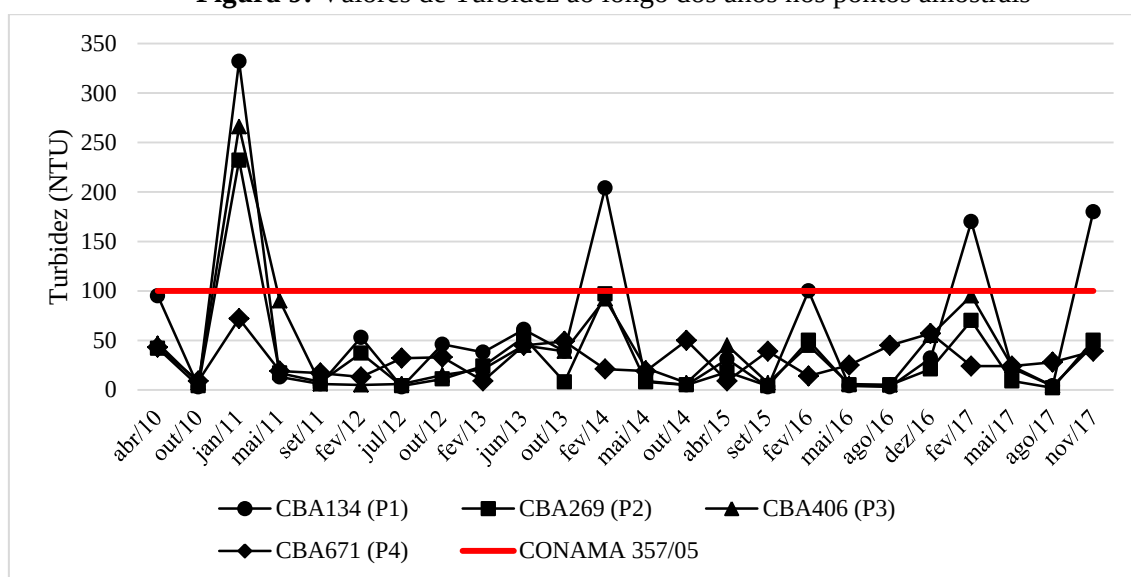


Fonte: Autoria Própria.

Durante o período de 2010 e 2017 foram observadas seis ocorrências de turbidez acima do limite permitido para rios de classe II de acordo com a Resolução Conama 357/2005, como pode ser observado na Figura 9. O valor máximo observado foi de 332 NTU para janeiro de 2011. Nesse mesmo período as estações CBA269 (P2) e CBA406 (P3)

também apresentaram valores acima do permitido com, 232 NTU e 266 NTU, respectivamente. Os valores altos referentes a esse período podem ser justificados pela ocorrência de chuva nas 24h anteriores à coleta da água para análise. A precipitação faz com que a turbulência e vazão dos rios aumentem, ocorrendo o carreamento de partículas do solo e de sedimentos do fundo do rio, pois a turbidez é a presença de matéria em suspensão na água, resultando na alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão provocando sua difusão e absorção (RICHTER, 2009)

Figura 9: Valores de Turbidez ao longo dos anos nos pontos amostrais



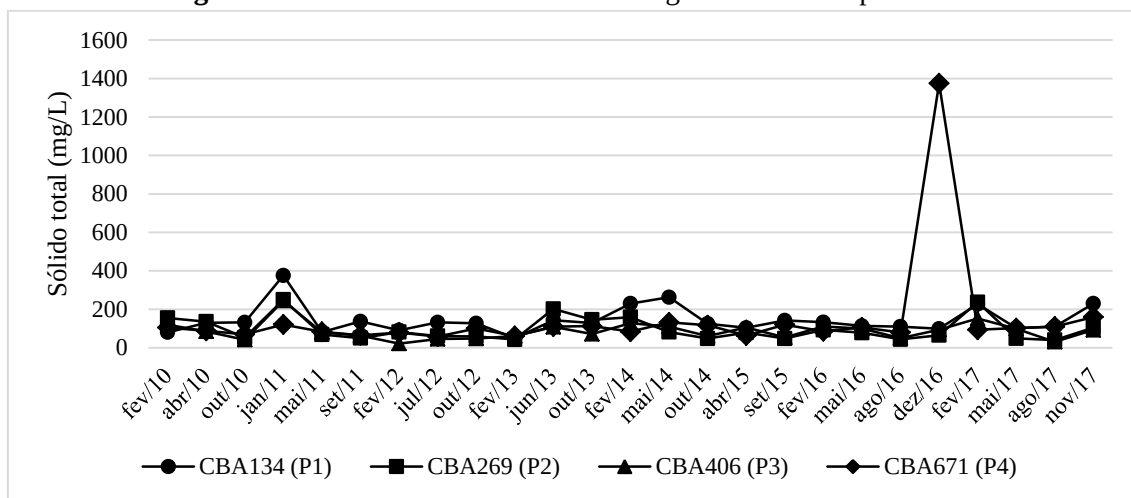
Fonte: Autoria Própria.

Lougon et al. (2009) explicam que os sólidos agem de maneira indireta sobre a vida aquática, pois impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento da água o que, consequentemente, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido no meio, daí a solubilidade dos gases na água diminui em função do aumento da temperatura que exerce influência direta na dissolução do oxigênio na água (CALEGARI et al., 2015).

A concentração de sólidos totais tende a aumentar nos períodos de chuva por conta do carreamento de parte do solo para o leito do rio. Atualmente a Resolução Conama 357/2005 não indica um valor mínimo para sólidos totais, na classificação de corpos hídricos.

Em dezembro de 2016, houve um valor considerado *outlier*, pois ele se mostrou muito acima dentre todas as amostragens e nesse período não ocorreu precipitação.

Figura 10: Valores de Sólido Total ao longo dos anos nos pontos amostrais



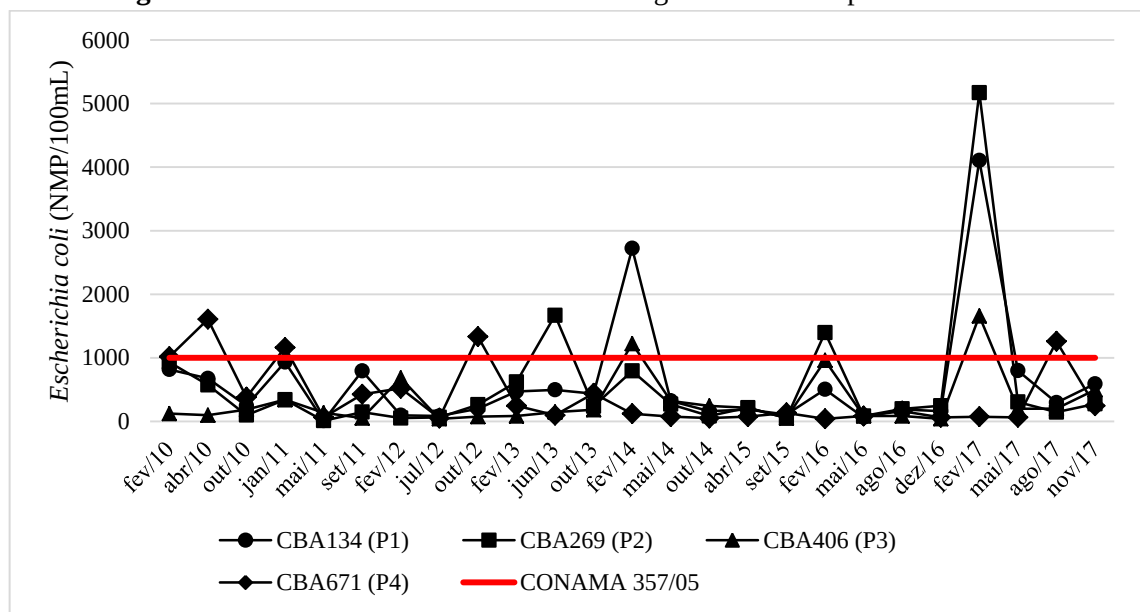
Fonte: Autoria Própria.

5.3 Análise Microbiológica

Para compor uma análise microbiológica, foi verificada a incidência de bactérias *Escherichia coli* do rio Cuiabá. Foram constatadas onze ocorrências de *Escherichia coli* acima do permitido segundo a Resolução Conama 357/2005. Dessas, o mês de fevereiro de 2017 teve três das quatro estações com valores acima do permitido. As estações CBA269 (P2), CBA134 (P1) e CBA406 (P3), tiveram valores de 5.172, 4.106 e 1.658 NMP/100mL. A última estação, CBA671 (P4) teve um resultado de 73 NPM/100mL, sendo bem abaixo do que foi verificado nas estações a jusante.

A principal fonte desse microrganismo em corpos d'água, se dá pelo despejo indevido de efluentes domésticos sem tratamento. Os resultados indicados são preocupantes, pois, nesse período, ocorreu uma possível descarga de efluentes no perímetro a montante da área urbana, já que a estação CBA134 (P1) obteve um valor cinco vezes acima do permitido.

Figura 11: Valores de *Escherichia coli* ao longo dos anos nos pontos amostrais



Fonte: Autoria Própria.

5.4 Índice de Qualidade da Água

Para análise do IQA, foi montada uma matriz em escala de cores, onde para cada período de análise e cada ponto amostral foi determinado um valor de IQA. Os valores foram determinados de acordo com o que descreve a seção de material e métodos, conforme o próprio relatório de análises fornecido pela SEMA-MT.

A Figura 12 mostra a matriz em escala de cores, e pode-se observar que não houve ocorrência de um índice péssimo ou ótimo para as estações. O valor que chega mais próximo de um índice péssimo é na estação CBA134 (P1) com 43. Esse índice se caracterizou como ruim, pois as variáveis OD, *Escherichia coli*, fósforo total e turbidez se mostraram acima do limite permitido em legislação.

Figura 12: Matriz em escala de cores para análise do IQA.

	CBA134 (P1)	CBA269 (P2)	CBA406 (P3)	CBA671 (P4)
fev/10	65	60	72	65
abr/10	63	68	75	65
out/10	76	81	78	74
jan/11	50	53	53	59
mai/11	84	86	69	78
set/11	70	78	82	71
fev/12	72	76	73	45
jul/12	80	81	83	78
out/12	66	70	75	63

fev/13	62	63	71	53		
jun/13		58	67	69		
out/13	67	71	70	65		
fev/14	43	55	50	55		
mai/14	72	75	72	66		
out/14	67	74	72	72		
abr/15	68	65	66	50		
set/15	76	79	78	70		
fev/16	55	52	50	70		
mai/16	78	77	76	69		
ago/16	71	76	77	67		
dez/16	68	69	70	55	100-91	Ótima
fev/17	44	52	54	67	90-71	Boa
mai/17	65	73	70	69	70-51	Razoável
ago/17	74	78	76	61	50-26	Ruim
nov/17	48	65	62	62	25-0	Péssima

Fonte: Autoria Própria.

O ponto amostral que mais se aproximou do índice ótimo, foi a estação CBA269 (P2) em maio de 2011, com um índice de 86, nela não houve variável acima do permitido de acordo com a Resolução Conama 357/2005.

No mês de junho de 2013 na estação CBA134 (P1), não foi possível efetuar o cálculo do IQA, pois, não consta do relatório da SEMA, a análise de oxigênio dissolvido e isso inviabiliza o cálculo de IQA.

Na escala do IQA para qualidade de corpos hídricos classificados como ruim, a faixa é de 50 a 26. Em toda amostragem deste estudo, foram verificadas oito ocorrências de um índice ruim. Na estação CBA134 (P1) foram encontrados 4 índices ruins, nos meses: janeiro de 2011, fevereiro de 2014 e 2017 e novembro de 2017. Esses índices se tornam preocupantes, visto que essa estação é a primeira do rio Cuiabá, ou seja, fica em uma área menos antropizada. Na estação seguinte (CBA269 P2) não houve ocorrência de índice ruim.

A estação CBA406 (P3) obteve duas ocorrências de índice ruim. Assim como na primeira estação, o mês de fevereiro de 2014 também se caracterizou como ruim, bem como o mês de fevereiro de 2016. Para fevereiro de 2014, as variáveis OD com 3,32 (mg/L O₂), *Escherichia coli* com 1.223 (NMP/100 mL) e fósforo com 0,17 (mg/L P) foram responsáveis por caracterizar esse ponto como ruim. Já em fevereiro de 2016 as variáveis responsáveis foram o OD com 3,63 (mg/L O₂) e fósforo total com 0,79 (mg/L P).

A estação CBA671 (P4) também obteve duas ocorrências de índice ruim. No mês de fevereiro de 2012, o índice foi de 45, onde a variável de OD foi a única que se mostrou fora dos limites determinados pela Resolução Conama 357/2005, com 4,44 (mg/L O₂). Em abril de 2015, o índice foi de 50, em que as variáveis de OD com 1,60 (mg/L O₂) e fósforo total com 0,20 (mg/L P) se mostraram fora do limite aceitável.

6 CONCLUSÃO

O monitoramento da qualidade das águas superficiais é um instrumento usado pelos governos em escala mundial para avaliar a qualidade da oferta hídrica, base para o aproveitamento múltiplo e integrado da água.

Os resultados de IQA nas quatro estações de monitoramentos entre 2010 e 2017 foram em sua maioria caracterizados como Razoável e Boa, sendo o índice Ruim encontrado apenas oito vezes. Os índices Ótimo e Péssimo não foram encontrados dentro dessa análise. A estação que mais se aproximou do índice ótimo foi a estação CBA269 (P2) no mês de maio de 2011 com 86 de IQA e nesse mesmo período, foi observado na estação CBA134 (P1) um índice de 84. O índice mais baixo de IQA registrado foi na estação CBA134 (P1) no mês de fevereiro de 2014 com índice de 43.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA/SPR, 2005. 179 p

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**: 21th ed. Washington: APHA, 2005.

ARAGÃO, L. A. P.; SARMENTO, R.; LISBÃO JUNIOR, L. Gerenciamento do aporte de fósforo a cursos d'água provenientes da aplicação de fertilizantes no solo em bacia hidrográfica com plantio comercial. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 14., 2001, Aracajú. Aracajú: ABRH, 2001.

ARRUDA, J. L. **Avaliação da Qualidade de Água do Rio Cuiabá no Perímetro Urbano da Capital Mato-grossense**. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2016.

BETTEGA, J. M. P. R; MACHADO, M. R.; PRESIBELLAS, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. V. 30. N. 5. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**, P. 950-954, set./out. 2006.

BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. Saúde ambiental: índices de nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região sudoeste do Paraná. V. 14. N. 20. Francisco Beltrão: **Revista faz Ciência, Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná**, p. 153-175, Jul/Dez 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 28 ago 2018.

BRASIL. M. M. A. **Resolução N.º 357 de 17 de março de 2005**: Dispõe sobre a Classificação dos Corpos D'Água e Diretrizes Ambientais para o seu enquadramento, Bem como Estabelece as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes. Brasília: Diário Oficial da União, 18 de março de 2005.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral (1982) **Projeto RADAM BRASIL. Folha SD 21 - Cuiabá, Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia – Departamento da Produção Mineral. 526p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. (1997) **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai: diagnóstico dos meios físicos e biótico**.

Meio físico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Programa Nacional do Meio Ambiente. v.2, t.1. 334p.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Limnologiaa fluvial: **um estudo no rio Mogi-guaçu**. São Carlos: RIMA, 2003. 278 p.

CALEGARI, R. P.; BOFFE, P. M.; PILOTO, C. A.; TESSARO, D. Caracterização da água da microbacia do Rio Lonqueador avaliada por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 2, mai - ago. 2015, p. 1284-1291. 2015.

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

CHIARANDA, R.; COLPINI, C.; SOARES, T. S. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá. **Advances In Forestry Science**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p.13-20, 2016.

CHIARANDA, R.; RIZZI, N. E.; COLPINI, C.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, n. 1, p. 117-122, 2012.

CONNOLLY, N. M.; CROSSLAND, M. T.; PEARSON, R. G. Effect of low dissolved oxygen on survival, emergence, and drift of tropical stream macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 23, p. 251-270, 2004.

DELLAMATRICE, P. M. **Biodegradação e toxicidade de corantes têxteis e efluentes da estação de tratamento de águas residuárias de Americana, SP**. 2005. 137 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DURIGON, M.; OLIVEIRA, M. A.; WOLFF, D. B.; CASSOL, A. P. V.; SILVA, J. F. A urbanização compromete a qualidade da água da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim em Santa Maria, RS . *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 37 n. 4 set-dez. 2015, p. 64-73 **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM** ISSN impressa: 0100-8307 ISSN on-line: 2179-460X.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. 1ª ed. 2011.

FIGUEIREDO, S. B. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Cuiabá MT aplicando análise multivariada**. 2012. 140 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos),

Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Cuiabá, 2012.

FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R.; BESERRA, M.C.; Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p. 92-102, jan./mar. 2006.

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

KEGLEY, S. E.; ANDREWS, J. **The chemistry of water**. Sausalito, CA: University Science Books, 1998. 167p.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente! V. 8. N. 8. Santa Maria: **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 1713-1721, SET-DEZ, 2012.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2 Ed. São Paulo: Átomo. 2007.

LOUGON, M. S.; ROCHA, S. A.; GUIMARÃES, H. F.; LOUZADA, F. L. R. O.; GARCIA, G. O. **Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuárias geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de PósGraduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 2 Ed. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2004.

MATO GROSSO. Fundação Estadual do Meio Ambiente (1996) **Proposta de enquadramento dos principais corpos d'água da bacia do rio Cuiabá**. Cuiabá: FEMA/PNMA. 58p.

MINILLO, A. **Análise da distribuição, densidade e toxicidade de florações de cianobactérias e suas toxinas nos reservatórios do médio e baixo rio Tietê (SP) e relação com as características limnológicas do sistema**. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2005.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. **Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006**. V. 76. N. 1. São Paulo: Arq. Inst. Biol., P.17-22, jan./mar., 2009.

NIMER, E. Clima. In: Duarte AC (Coord.). Geografia do Brasil: **região Centro Oeste**. Rio de Janeiro: IBGE. p.23-34. 1988

PALMA-SILVA. G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí-SP**. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de

Recursos) – Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1999.

PROBST, J. L. SUCHET, A. P. Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion the Maghreb, North Africa, **Journal des Sciences Hydrologiques**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 624-637, 1992.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352 p.

SALATI, E. **Diagnostico ambiental sintético e qualidade da água como subsídio para o planejamento regional integrado da bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, SP**. 1996. 199 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

SEMA. Superintendência de Regularização e Monitoramento Ambiental. **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2012-2014**. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et al. - Cuiabá: SEMA/MT; SRMA, 2016.

SILVA, D. A. **Avaliação espaço-temporal da distribuição de fósforo na água e nos sedimentos de fundo das sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço e em algumas baías do Pantanal Matogrossense**. Tese (Doutorado em Química), Universidade Estadual Paulista UNESP, Araraquara, 2014.

SILVA, D. A. **Avaliação espaço-temporal da distribuição de fósforo na água e nos sedimentos de fundo das sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço e em algumas baías do Pantanal matogrossense**. Araraquara: Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, 2014.

SILVA, L. C. M. **Estudo da diversidade de actinomicetos do sedimento de fundo do Rio Cuiabá, utilizando técnicas dependentes de cultivo e biologia molecular**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

SOUZA, N. S.; SÁ-OLIVEIRA, J. C.; SILVA E SILVA, E. Avaliação da qualidade da água do Alto Rio Pedreira, Macapá, Amapá. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 5, n. 2, p. 107- 118, 2015.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TUNDISI, J.G. 2003. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, São Paulo. 247 pp.

VAN HAANDEL, A.; MARAIS, G. O comportamento do sistema de lodo ativado: **teoria e aplicações para projetos e operações**. Campina Grande: EPGRAF; 1999.

WESKA, R. K. **Geologia da região diamantífera de Poxoréu e áreas adjacentes, Mato Grosso**. 1996. 240 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.