PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JORGE LUIZ DE ARRUDA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO CUIABÁ NO PERÍMETRO URBANO DA CAPITAL MATOGROSSENSE

CUIABÁ – MT
2016

JORGE LUIZ DE ARRUDA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO CUIABÁ NO PERÍMETRO URBANO DA CAPITAL MATOGROSSENSE

Dissertação apresentada à UNIC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. OSVALDO BORGES PINTO JUNIOR
Coorientadora: Profa. Dra. SANDRA FRANCISCA MARÇAL

CUIABÁ-MT

2016

UNIVERSIDADE DE CUIABÁ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO CUIABÁ NO PERÍMETRO URBANO DA CAPITAL MATOGROSSENSE**

AUTOR: **JORGE LUIZ DE ARRUDA**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela comissão julgadora em 31 de março de 2016

Prof. Dr. Osvaldo Borges Pinto Junior
Orientador
Universidade de Cuiabá – UNIC

Sandra Francisca Marçal

Prof. Drª. Sandra Francisca Marçal
Coorientadora
CAPES/PNPD

Higo José Dalmagro

Prof. Dr. Higo Jose Dalmagro
Examinador Interno
Universidade de Cuiabá - UNIC

Prof. Dr. Ibraim Fantin da Cruz
Examinador Externo
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais para Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária: Elizabete Luciano/CRB1-2103

A779a Arruda, Jorge Luiz de

Avaliação da Qualidade de Água do Rio Cuiabá no Perímetro Urbano da Capital Mato-grossense./Jorge Luiz de Arruda. Cuiabá-MT, 2016.
72p. Inclui Lista de Figuras e Anexos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá – UNIC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Borges Pinto Junior

1.Introdução. 2.Revisão de Literatura. 3.Materiais e Métodos. 4.Resultados e Discussão. 5.Conclusão. 6.Recomendações para Trabalhos Futuros.

CDU: 34:551

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família, os maiores incentivadores de todas as minhas realizações, por sempre dizerem que o Ensino e a Educação eram os únicos bens que me poderiam dar em vida. A minha mãe, irmã e sobrinhas por serem o meu ponto de referência nos momentos difíceis, pois, assim sei que não estou só e que preciso lutar contra aquilo que me aflige.

AGRADECIMENTOS

A Deus Todo Poderoso, por acreditar em todos nós seres humanos e nos dar sempre o seu auxílio nos momentos que nos perdemos na longa jornada da vida.

A UNIVERSIDADE DE CUIABÁ – UNIC pela oferta do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais.

Á Coordenadoria, aos Professores e funcionários do Mestrado em Ciências pela dedicação ao trabalho realizado.

Ao Professor Dr. OSVALDO BORGES PINTO JÚNIOR e à Prof.ª Dr.ª SANDRA FRANCISCA MARÇAL, não apenas pela orientação nas pesquisas a campo e na parte dissertativa, mas pelo comprometimento, paciência e transmissão de conhecimentos, que continuem agindo dessa maneira com todos que se apresentam a vocês, uma vez que, a disseminação do conhecimento por parte daqueles que o possuem pode transformar o mundo para melhor.

À Comissão Permanente de Formação e Qualificação Profissional em Nível de Mestrado e Doutorado da Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso pela dispensa concebida.

Aos colegas da Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso que sempre nos incentivaram e incentivam a nos qualificar, sabendo que todos ganharão com o conhecimento adquirido.

Aos meus amigos de infância, de escotismos que sempre acreditaram na minha pessoa, em especial ao amigo JOAB que colaborou nas coletas das águas.

Aos amigos RICARDO SARMENTO e MARIA AUXILIADORA RÉGIS SARMENTO (DORA) por estarem sempre do meu lado e auxiliando nos momentos mais difíceis.

Ao amigo e por que não dizer um “pai”, ANTÔNIO FRANCISCO MONTEIRO DA SILVA, que nos ajudou não apenas no decurso do Mestrado, mas na vida toda, sempre do seu jeito em nos atender devido a correria do dia-a-dia e em muitas vezes nos levando até discutir sobre a forma de nos atender quando precisamos de sua ajuda de conhecimento quanto lidar com as pessoas que nos chegam e não sabemos diferenciar quem é do bem ou do mal**.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos de coleta das amostras de água do rio Cuiabá, considerando um gradiente crescente de fontes poluidoras de montante (P1 – Sucuri) para jusante (P5 – São Gonçalo Beira Rio). 27

Figura 2 – Variação temporal (úmido e seca) dos parâmetros utilizados para avaliação da qualidade de água (IQA) no perímetro urbano do rio Cuiabá, MT. As letras sob as barras indicam diferenças significativas. 36

Figura 3 - Variação espacial (pontos de coleta de água) dos parâmetros utilizados para avaliação da qualidade de água (IQA/NSF) no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos úmido e de seca. 41

Figura 4 – Análise de agrupamento realizada a partir dos parâmetros de qualidade de água utilizado para o cálculo do IQA do rio Cuiabá, demonstrando as relações temporais (úmido e seca) e espaciais (pontos de coleta)..... 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade de água utilizados para o cálculo do IQA/NSF e seus pesos. 22

Tabela 2 – Classificação da água conforme o índice de Qualidade de Água – IQA 22

Tabela 3 – Média e Desvio Padrão dos parâmetros de qualidade de água no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos de úmida e seca (temporal), seguido pelo resultado da análise de variância de Kruskal-Wallis (p<0,05)..... 31

Tabela 4 – Média e Desvio Padrão dos parâmetros de qualidade de água nos cinco pontos de coleta (espacial) no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos de úmido e de seca, seguidos pelo resultado da análise de variância de Kruskal-Wallis (p<0,05)..... 37

Tabela 5 – Resultado do Índice (IQA CETESB) e dos nove parâmetros de qualidade do rio Cuiabá no período da seca, conforme a National Sanitation Foundation Institution (NSFI)..... 43

Tabela 6 - Resultado do Índice (IQA CETESB) e dos nove parâmetros de qualidade do rio Cuiabá no período da úmida, conforme fórmulas disponibilizadas pela National Sanitation Foundation Institution. 43

ABREVIATURAS

ABRALPE – Associação Brasileira de Limpeza Urbana e Resíduos Especiais.

ANA – Agência Nacional de Águas.

AWa – Clima de Savana/Tropical.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

CF/88 – Constituição Federal de 1988.

CT – Coliformes Termotolerantes/Totais.

$DBO_{5,20}$ – Demanda Bioquímica de Oxigênio.

ET al. – E Outros.

ETEs – Estações de tratamento de esgoto.

IAP – Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

IQA – Índice de Qualidade de Água.

IQA/NSF – Índice de Qualidade de Água pela National Sanitation Foundation.

IQAH – Índice de Qualidade de Água de Horton.

MS – Ministério da Saúde.

NH_3 – Nitrato.

NMDS – Análise de Ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico.

NMP – Número Mais Provável

OD – Oxigênio dissolvido.

pH – Potencial Hidrogeniônico.

PMSB-2011 – Plano Municipal de Saneamento Básico de 2011.

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PPA – Plano Plurianual.

RSS - Resíduos de Serviços de Saúde.

SEMA/MT – Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

ST – Sólidos Totais.

T – Temperatura.

TB – Turbidez.

RESUMO

Arruda, Jorge Luiz. **Avaliação da qualidade de água do rio Cuiabá no perímetro urbano da capital mato-grossense**. Cuiabá, 2015. 72f. (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade de Cuiabá.

Nos dias atuais, a poluição dos ecossistemas aquáticos vem causando de maneira direta e indiretamente a sua desestabilização devido à contaminação por efluentes que são lançados indiscriminamente sem nenhum tipo de tratamento, muitos rios não apresentam mata ciliar, principalmente, quando passam por áreas urbanizadas das cidades que o margeiam. A poluição físico-química tende a diminuir e muito a diversidade de rios, lagos ou córregos, como é o caso do rio Cuiabá, como consequência da degradação ambiental e contaminação das águas há a eutrofização, decorrente do acúmulo de nutrientes físico-químicos e biológicos que devem ser monitorados para contribuir na qualidade de vida da população. Com o crescimento da população na zona urbana existe uma demanda maior no lançamento de efluentes nos mananciais e em muitos casos a água potável passa a ter uma qualidade inferior da desejada, assim, a escassez de água torna-se inevitável, principalmente para as gerações futuras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o índice e os parâmetros de qualidade de água no perímetro urbano do rio Cuiabá, considerando uma variação temporal (úmido e seco) e espacial (montante - jusante). A concentração de coliformes termotolerantes e de parâmetros físico-químicos da água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, nitrato/nitrogênio, fosfato/fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio, turbidez e sólidos totais) foi avaliada em cinco pontos amostrais ao longo de um gradiente de fontes poluidoras na região perimetral de Cuiabá. Em geral maiores valores de turbidez, sólidos totais, OD, DBO e coliformes termotolerantes foram obtidos no período úmido (janeiro e março de 2015), enquanto que maiores valores de pH, nitrogênio/nitrato e fósforo/fosfato ocorreram no período seco (agosto/2015). Assim, com exceção da DBO, todos os parâmetros foram significativamente diferentes entre os períodos úmido e seco ($p<0,05$), o IQA foi maior na seca, provavelmente devido ao menor carreamento de sólidos em suspensão, menores valores de turbidez e coliformes totais. Considerando a variação espacial, os pontos localizados a montante diferiram significativamente dos pontos a jusante, no período úmido, em decorrência das variáveis: Coliformes Totais, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido; enquanto que na seca apenas o ponto mais a montante (Sucuri) apresentou diferenças significativas em relação aos pontos a jusante (Porto e Caís) quanto as variáveis Coliformes totais, OD e Turbidez. O IQA foi menor nos pontos mais a jusante (Porto, Caís e Comunidade São Gonçalo Beira Rio) que nos pontos mais a montante (Sucuri e Ribeirão do Lipa) em ambos os períodos (úmido e seco), demonstrando um gradiente crescente de poluição na região perimetral de Cuiabá. Os resultados alcançados atendem a normatização da Resolução Conama 357/2005 quanto à análise dos parâmetros estudados, por mais que exista uma amplitude alta entre a variação temporal (úmido e seco) no índice de qualidade de água do rio Cuiabá nos cincos pontos de coleta, percebe-se que essa variação pode ser em decorrência do carreamento do solo para o leito do rio no período úmido, combinado com a degradação da mata ciliar e bem como do aumento populacional na área urbana de Cuiabá onde a descarga de efluentes in natura sem nenhum tipo de tratamento é lançado diariamente no ambiente aquático.

Palavras-Chave: Efluente, Índice de Qualidade das Águas, Valoração Ambiental.

ABSTRACT

Arruda, Jorge Luiz. **Water Quality Assessment of the Cuiaba River in the urban area of the capital of Mato Grosso**. Cuiabá, 2015. 72f. (Master in Environmental Sciences), Cuiabá University.

Nowadays, pollution of aquatic ecosystems has caused directly and indirectly its destabilization due to contamination by sewage that released indiscriminately without any treatment, many rivers have no riparian vegetation, especially when they pass through urbanized areas of cities the bordering. The physical-chemical pollution tends to decrease and the diversity of rivers, lakes or streams, such as the Cuiabá River as a result of environmental degradation and contamination of the water there is eutrophication, due to the accumulation of physical and chemical nutrients and organic that should be monitored to contribute to the population's quality of life. With the growth of population in urban areas, there is a greater demand in the discharge of effluents in water sources and in many cases, the drinking water replaced by a lower quality desired, so the scarcity of water becomes inevitable, especially for future generations. The objective of this study was to evaluate the rate and water quality parameters in the urban area of Cuiabá River, considering a time variation (wet and dry) and spatial (upstream - downstream). The concentration of fecal coliforms and physicochemical parameters of water (pH, dissolved oxygen, temperature, nitrate/nitrogen, phosphate/phosphorus, biochemical oxygen demand, turbidity and total solids) evaluated in five sampling points along gradient polluting sources in the perimeter area of Cuiabá. Generally greater turbidity values, total solids, DO, BOD and fecal coliforms obtained in the wet season (January to March 2015), while higher pH values, nitrogen / nitrate and phosphorus / phosphate occurred in the dry season (August 2015). Thus, with the exception of BOD, all parameters were significantly different between the wet and dry periods ($p < 0.05$) greater in the AQI was dried, probably due to less entrainment of solids in suspension, and lower turbidity values coliforms total. Considering the spatial variation, the upstream located points differed significantly from downstream points in the wet period, due to variables: Total Coliforms, Biochemical Oxygen Demand and Dissolved Oxygen; while in the dry only point further upstream (Sucuri) showed significant differences in relation to downstream points (Porto and CAIS) and total coliforms variables, DO and Turbidity. The AQI was lower in the downstream more points (port, dock and community São Gonçalo Beira Rio) than in the upstream points (Sucuri and Ribeirão of Lipa) in both periods (wet and dry), demonstrating an increasing gradient of pollution in perimeter region of Cuiabá. The results achieved meet the norms of Resolution CONAMA 357/2005 as the analysis of the parameters. The high amplitude between the temporal variation (wet and dry) in the Cuiabá River water quality index in five collection points, realize that this variation may be due to the soil entrainment to the riverbed in the wet season, combined with the degradation of riparian vegetation and as well as the population and growth in the urban area of Cuiabá where the effluent discharge *in natura* without type of treatment is released daily in the aquatic environment.

Keywords: Effluent. Water Quality Index, Downstream, Environmental Valuation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 JUSTIFICATIVA 3

1.2 OBJETIVOS 6

1.2.1 OBJETIVO GERAL 6

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6

2 REVISÃO DE LITERATURA 7

2.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA 7

2.2 DEMANDA DE ÁGUA 8

2.3 POLUIÇÃO DA ÁGUA 11

2.4 ESCASSEZ DE ÁGUA 14

2.5 POLÍTICAS E AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁGUA NO BRASIL 16

2.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL SOBRE ÁGUA 18

2.7 ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) 19

2.8 BACIA DO RIO CUIABÁ 24

3 MATERIAIS E MÉTODOS 26

3.1 ÁREA DE ESTUDO 26

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS 27

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS 29

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 30

4.1 ANÁLISE TEMPORAL (ÚMIDO E SECO) DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA DO RIO CUIABÁ 30

4.2 ANÁLISE ESPACIAL DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA DO RIO CUIABÁ NOS CINCOS PONTOS AMOSTRAIS ESTUDADOS 36

4.3 ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA – IQA DO RIO CUIABÁ 41

4.4 ANÁLISES DE AGRUPAMENTO ("*CLUSTER ANALYSIS*") E DE ORDENAÇÃO 45

5 CONCLUSÃO 47

6 BIBLIOGRAFIAS 50

6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS 50

ANEXOS 65

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água para consumo humano é restrita, 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 et al., 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 toxidade ao meio ambiente aquático (MACEDO, 2004; LIBÂNIO, 2007).

A formação de aglomerados urbanos próximos a rios é um fato histórico e geográfico, relacionado com a dependência do homem para dessedentação e outros usos. As populações humanas foram constituídas próximas a rios, pois, a partir destes, foram formando civilizações, que ao longo do tempo passaram a sofrer os impactos hidrológicos e ambientais decorrentes do crescimento urbano uma vez que os rios perderam, gradativamente, seu papel como elemento de paisagem e suas águas vieram a contribuir para o transporte e consumo humano (BAPTISTA & CARDOSO, 2013). Além de a água ser um recurso importante para o consumo humano e para a dessendentação animal, ela também é de extrema relevância para a irrigação e para as indústrias. Sem a água não existiria vida na terra (COSTA et al., 2015).

No Brasil, o saneamento ainda está muito aquém do ideal, principalmente em relação à coleta e ao tratamento do esgoto sanitário. Embora o abastecimento de água esteja presente em cerca de 99% dos municípios brasileiros, índices bem inferiores caracterizam a coleta de esgoto sanitário. De acordo com Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, no Brasil, apenas 39% esgotos gerados são tratados, vale ressaltar que o volume de esgotos aumentou de 3,586 bilhões de m^3 em 2012 para 3,624 bilhões de m^3 em 2013, isso corresponde a um aumento de 1,1% (BRASIL, 2013).

Atualmente, o crescimento populacional de Cuiabá e a falta de infraestrutura vêm causando grandes prejuízos ambientais. As cidades de Cuiabá e Várzea Grande depositam diariamente cerca de 20 toneladas de resíduos sólidos (lixo doméstico) e industrial no rio

Cuiabá (WOLMUTH & DINIZ, 2005). De acordo com o Plano Plurianual – PPA 2010-2013 da Prefeitura Municipal de Cuiabá, Cuiabá produz 230 ton/^{ano} de lixo na forma de matéria orgânica, que se decompõe, gerando chorume, que vai escoar verticalmente em direção ao lençol freático (CUIABÁ, 2012).

O Trata Brasil (2015) cita que Cuiabá configura entre as capitais com piores índices em saneamento básico em relação aos anos anteriores, reduzindo os investimentos em 4,08%. Com uma população de 569.830 habitantes, a Capital está 70ª posição, entre as 100 cidades analisadas, a cidade tem apenas 35,3% de rede de esgoto e desperdiça 67,2% de toda a água tratada, conforme o relatório.

Os dezessete (17) córregos que deságuam no rio Cuiabá e Coxipó estão em situação crítica, com trechos canalizados e descaracterizados ambientalmente, pois recebem diariamente os esgotos gerados pela população residente na cidade. (COLET, 2012; KREISCHER et al., 2012; SANTANA et al., 2014). Conforme dados da prefeitura de Cuiabá, a população atendida pelos serviços de esgotos alcançou 47,83% (266.921), com números de novas ligações atingindo 66.922 residências, com a rede de esgotos atingindo 767 km, nos últimos três (3) anos (ARSEC, 2015).

Assim como em outras cidades, em Cuiabá o saneamento básico é tratado com descaso pelas políticas públicas; sendo a coleta e tratamento de efluentes irrisórias (MORAES et al., 2013). De acordo com informações do Plano Municipal de Saneamento Básico de 2011 (PMSB-2011), atualmente o sistema de esgotamento sanitário atende aproximadamente 38% da população, sendo que destes, somente 28% contam com os serviços de coleta e tratamento.

O tratamento de água do rio Cuiabá nos dias atuais deve ser repensado, pois, preocupa-se pelo alto nível de poluição no referido rio, a partir do crescimento populacional aliado com o crescimento industrial e/ou de prestação de serviços que acarretam o despejo de esgoto *in natura* no rio; a maioria dos municípios que margeiam o Cuiabá não possui rede de tratamento de esgoto e/ou coleta seletiva de lixo adequada.

O rio Cuiabá é importante não apenas para a população da cidade de mesmo nome, mas para uma gama de milhares de pessoas que vivem nos municípios limítrofes. Conforme Silva (2007) o rio Cuiabá segue em direção ao Pantanal depois de receber 4,3 Litros por segundo e esgotos todos os dias apenas da capital do estado, sendo que menos de 20% desse esgoto é tratado nas estações de tratamento de esgoto – ETEs existentes no município.

Na bacia do rio Cuiabá, o período úmido ocorre entre os meses de novembro a

abril (POSSAVATZ et al., 2014), considerando a variação sazonal de precipitação na região de Cuiabá, o rio recebe maior volume de água com consequente aumento vazão da água e sólidos em suspensão, disto, acreditamos que neste período haverá uma diluição dos efluentes diminuindo a concentração de poluentes nas águas na área urbana de Cuiabá-MT. Já nos meses de maio a outubro, devido a menor precipitação, a água do rio Cuiabá no perímetro urbano deve estar mais poluída em decorrência do menor volume hídrico do rio e da concentração de efluentes. Assim, esperamos diferenças temporais na qualidade da água no perímetro urbano do rio Cuiabá, com menor Índice de Qualidade de Água – IQA no período da seca e maior no período de umidade.

Esperamos também que a água coletada na região central da cidade de Cuiabá (bairro do Porto e Caís) apresentará menor IQA, decorrente do lançamento de efluentes *in natura* no rio, havendo diferença significativa entre os pontos a montante (Sucuri e Ribeirão da Ponte) em relação aos pontos a jusante (Porto, Caís e Comunidade São Gonçalo Beira Rio), sendo que o perímetro urbano da cidade de Cuiabá (mais a jusante) concentra um número maior de residências e despejo direto de esgoto que são lançados nos maiores córregos existentes na Capital (Mané Pinto, Prainha, Gumitá e Barbado) além do rio Coxipó.

1.1 JUSTIFICATIVA

O processo de ocupação das cidades forma transformações que vem a modificar o ambiente local, os fatores de ações realizadas nos espaços urbanos, tais como, concretos, possibilitam a descaracterização tanto do solo quanto de corpos hídricos; de acordo com Colet (2012) o processo de urbanização brasileira teve início no ano de 1849, após a consolidação da nova nação–Estado, com a ocorrência dos movimentos separatistas / republicanos em diversas províncias do Brasil.

Com o passar dos tempos os planos urbanísticos produziram projetos urbanísticos que deram maiores visibilidades às cidades, mas o meio ambiente em si não teve tamanha preocupação do quanto poderia estar sendo degradado com o instituto da urbanização em locais antes preservados, os questionamentos em relação ao crescimento urbano de cidades localizadas às margens dos cursos de água, gerando modificações nas paisagens, tornou-se um desafio para os gestores públicos em face à alteração do ecossistema de muitas bacias e rios, em virtude da expansão da malha urbana.

Gorski (2010) descreve que a partir da década de 60 os movimentos e conferências

mundiais sobre o meio ambiente passou a dar maior atenção aos distúrbios ambientais e as ações antrópicas sobre os recursos hídricos; as mudanças realizadas nas administrações públicas com criação de secretarias destinadas ao meio ambiente nos anos 70 veio atenuar as criticas e pressões dos setores ambientalistas, além do planejamento urbano possibilitou em parte que os ambientes aquáticos não sofressem tamanha degradação.

Segundo Mota (2003) o ambiente urbano é formado por dois sistemas intimamente inter-relacionados que são o "sistema natural", composto pelo meio físico e biológico (solo, vegetação, animais, água, etc.) e o "sistema antrópico", consistindo do homem e de suas atividades", nas cidades, principalmente nas de maior porte, as ações do homem ocorrem de forma intensa e rápida, provocando modificações, muitas vezes, irreversíveis, com prejuízos para o ambiente e para si próprio.

A disponibilidade de água com qualidade e quantidade é motivo de atenção no mundo todo. A qualidade das águas está relacionada com fatores naturais que alteram sua composição da nascente até a foz, no entanto, o homem vem interferindo substancialmente suas características, uma vez que lança nos recursos hídricos efluentes e resíduos sólidos que põem em risco toda a cadeia trófica e a vida humana (LIRA & CÂNDIDO, 2013).

Nos dias atuais percebe-se que nos grandes centros urbanos há uma falta de planejamento quanto ao crescimento populacional. Nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, a falta de planejamento urbano faz com que as margens do rio Cuiabá sejam destruídas por ocupações irregulares, bem como por lançamento de esgoto sem tratamento.

O lançamento de efluentes domésticos na área urbana de Cuiabá combinado com o de indústrias e o aporte de matéria orgânica, nutrientes e pesticidas contribui para eutrofização deste ecossistema que recebe um gradiente de fontes poluidoras de montante a jusante.

A deterioração da qualidade da água do rio Cuiabá se evidência a cada ano através de estudos tanto da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso – SEMA/MT quanto outros de relevância acadêmica, como, os trabalhos de Possavatz et al. (2014), Cabral et al. (2013), Libos et al. (2003), Diniz & Campos Filho (2010).

A Resolução Conama 357/05 estabelece o uso mais exigentes como condições para enquadrar os corpos hídricos existentes no país, fixando limites máximos e mínimos para diversas variáveis e tipos de água (doce, salobra e salina). Rios que ainda não foram devidamente analisados são classificados na Classe 2, ou seja, sua água serve para

consumo humano a partir do tratamento convencional nas estações de tratamento de água. As águas do rio Cuiabá são enquadradas nesta categoria, após serem captadas nas estações do Ribeirão do Lipa e do Porto sofrem o devido tratamento. Entretanto, considerando o aporte de efluentes próximo as estações de captação, o enquadramento fixa limites ambientais como base no uso mais exigente e não em relação à condição atual do rio, ou seja, é o rio que queremos ter e não o que temos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade de água de acordo com o Índice de Qualidade de Água – IQA/NSF através da variação temporal (úmido e seco) e espacial (montante-jusante), no perímetro urbano da cidade de Cuiabá-MT, no ano de 2015.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Comparar os nove parâmetros empregados para análise do Índice de Qualidade de Água – IQA/NSF e Resolução Conama 357/2005 das águas do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá, em amostras coletadas entre diferentes datas amostrais que caracterizem os períodos sazonais de úmido e seco (temporal);
- Comparar os nove parâmetros empregados para análise do Índice de Qualidade de Água – IQA/NSF e Resolução Conama 357/2005 das águas do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá, em cinco pontos amostrais, considerando um gradiente de fontes poluidoras de montante a jusante (espacial);
- Avaliar a similaridade entre os pontos de coleta (espacial) nas diferentes datas amostrais (úmido e seco), em relação aos nove parâmetros empregados para análise do Índice de Qualidade de Água – IQA/NSF e Resolução Conama 357/2005 das águas do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá, de modo a detectar a presença de um gradiente de fontes poluidoras na região perimetral de Cuiabá;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

A água é um recurso essencial à vida humana, pois está presente na constituição de todo ser vivo. Apesar da grande disponibilidade de água, apenas 0,77% é útil ao consumo humano, pois grande parte da água está nos oceanos (97,5%) (GRASSI, 2001; LIMA, 2001) e segundo May & Prado (2004) existem cerca de 1.386 milhões de km³ de água no planeta Terra, sob as formas líquida e congelada, sendo que 97,5% do volume total são águas salgadas e podem ser encontradas nos oceanos, e 2,5% são águas doces e podem ser encontradas em lagos, rios, geleiras e no subsolo.

Em todo o mundo, 87% da população obtêm a sua água potável a partir de fontes melhoradas, e o dado correspondente às regiões em desenvolvimento também é alto, alcançando 84%. Porém, o acesso é muito mais amplo nas áreas urbanas (com 94%), enquanto que apenas 76% das populações rurais têm acesso a fontes melhoradas (UNESCO, 2012).

O Brasil tem um dos maiores sistemas hídricos do mundo, formado por nove bacias hidrográficas (Amazônica, Tocantins, Atlântico Norte/Nordeste, São Francisco, Atlântico Leste, Paraguai, Paraná, Uruguai, Atlântico Sudeste), e rios que são verdadeiros escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes (TOLEDO & NICOLELLA, 2002). A distribuição da água é desigual entre as regiões e concentração demográfica; mais de 73% da água doce do país encontra-se na bacia Amazônica onde vivem apenas 5% da população brasileira (LIMA, 2001).

Maitelli (2005) discorre que o Brasil detém 20% da água doce superficial do mundo, deste, 80% está na Amazônia que é a maior bacia fluvial existente no planeta com seis milhões de quilômetros quadrados e que abrange cinco países da América do Sul (Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador e Peru). Além disso, a segunda maior bacia hidrográfica do mundo, a Platina, também está parcialmente em território brasileiro.

A nossa riqueza hídrica não se restringe às áreas superficiais: o aquífero Botucatu/Guarani, um dos maiores do mundo, cobre uma área subterrânea de quase 1,2 milhão de quilômetros quadrados, 70% dos quais localiza-se em território brasileiro. O restante do potencial hídrico distribui-se de forma desigual pelo país (NORA & GARCIA NETTO, 2012).

Mato Grosso possuiu uma densa e importante rede fluvial formada pelas três

maiores bacias hidrográfica do Brasil: a bacia Amazônica (norte e noroeste), a bacia Platina (sudoeste) e a bacia do Araguaia-Tocantins (sudeste) dividida pelo Planalto dos Parecis (NORA & GARCIA NETTO, 2012). Os seus rios acompanham o relevo de planalto, com inúmeras cachoeiras e corredeiras, e de planície, com lagoas fluviais e oscilam de volume conforme as estações seca e chuvosa.

A bacia do rio Cuiabá localiza-se ao sul do estado de Mato Grosso, possui uma área de 72.944 km², sendo que 64% da população concentram-se nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande, e tem como principais agentes de demanda de água as lavouras empresariais, os garimpos, as empresas mineradoras, pisciculturas e os núcleos urbanos de pequeno, médio e grandes portes com algumas indústrias de bebidas e lacticínios (CABRAL et al., 2013).

Dentre as atividades econômicas desenvolvidas ao longo da área de drenagem dos rios Cuiabá e São Lourenço, a agricultura tem papel de destaque, pois representa a base econômica da região, principalmente no cultivo da soja, algodão e milho, que vêm crescendo nos últimos 30 anos, sendo que entre os anos de 2008 e 2012, apresentou um aumento de 32,4% (POSSAVATZ et al., 2014).

A disponibilidade das águas superficiais em qualidade e quantidade tem sido motivo de atenção atualmente. A qualidade das águas naturais é influenciada por fatores naturais, que alteram a composição da qualidade ao longo de todo o curso de rios, da nascente até a foz, porém, as intervenções antrópicas têm causado cada vez mais alterações profundas na qualidade das águas superficiais, através do lançamento de substâncias tóxicas, efluentes e resíduos sólidos por fontes pontuais e difusas, o que torna imperativo o controle da qualidade destas águas pelos órgãos reguladores (FIGUEIREDO, 2012).

2.2 DEMANDA DE ÁGUA

No limiar da história da humanidade, o consumo de água tornou-se crescente a partir da Revolução Industrial, pois, além de ser utilizada na produção têxtil, a expansão urbana levou a um aumento da demanda de água para higiene. A água potável naquela época era retirada de poços artesanais, córregos ou rios, porém, nem sempre a água obtida era boa para consumo humano, sendo esta responsável pela maior parte das doenças que assolavam a humanidade naquele período (SOUSA, 2002). Muitas cidades passaram a utilizar a água para abastecerem as indústrias têxteis e com o aumento populacional

devido ao êxodo do rural, o uso da água e a falta de destinação final do esgoto causou a degradação e contaminação de muitos mananciais aquíferos (LEITE & GUEVARA, 2013). Com o advento da Revolução Industrial, a utilização de maquinários a vapor possibilitou uma maior demanda e produção de material têxtil. Com isso a demanda por água aumentou consideravelmente levando em poucos anos a uma degradação dos recursos hídricos de várias cidades europeias (OLIVEIRA, 2012). A expansão urbana, tanto nas grandes como nas médias cidades, e seus inúmeros impactos, sejam eles sociais, econômicos, ambientais ou nos serviços de infraestrutura têm sido objeto de estudo de muitas pesquisas sobre o meio urbano (He et al., 2011).

A cota per capita de água é um indicador obtido pela divisão entre o volume total distribuído por dia pelo prestador de serviço de saneamento e a população servida (TSUTIYA, 2005).

No ano de 2004 a produção de água no Brasil chegou a 12,8 bilhões de metros cúbicos que corresponde a 193 litros/pessoa/dia (BICUDO et al., 2010); porém, o consumo per capita de água no Brasil não tem uma normatização específica, ou seja, não há dados confiáveis uma vez que uma das dificuldades encontradas pelos projetistas na determinação do consumo residencial é a adoção de volumes per capita que se aproximem do consumo real (OLIVEIRA & LUCAS FILHO, 2003).

O Ministério das Cidades comenta que a população urbana atendida por redes de água igual a 154,0 milhões de habitantes, o que representa um incremento de novos 4,6 milhões de habitantes atendidos, crescimento de 3,1%, na comparação com 2012. Quanto ao índice de atendimento, observa-se valores bastante elevados nas áreas urbanas das cidades brasileiras, com uma média nacional de 93,0%, destaque para as regiões centro-oeste, sudeste e sul, em que os índices médios são de 96,3%, 96,8% e 97,4%, respectivamente (BRASIL, 2014). Em relação ao atendimento por redes de esgotos, o contingente de população urbana atendida alcança 93,3 milhões de habitantes, um incremento de novos 3,4 milhões de habitantes atendidos, crescimento de 3,8%, na comparação com 2012. Já o índice médio de atendimento é de 56,3% nas áreas urbanas das cidades brasileiras, destacando-se a região Sudeste, com média de 82,2% (BRASIL, 2014).

Quanto ao tratamento dos esgotos, observa-se que o índice médio do país chega a 39,0% para a estimativa dos esgotos gerados e 69,4% para os esgotos que são coletados, em ambos os casos com destaque para região Centro-Oeste, com 45,9% e 91,6%, respectivamente (BRASIL, 2014).

Cabe ressaltar, que o volume de esgotos tratados saltou de 3,586 bilhões de m^3 em 2012 para 3,624 bilhões de m^3 em 2013, correspondendo a um incremento de 1,1%. O consumo médio de água no país é de 166,3 litros por habitante ao dia, uma pequena queda de 0,7% em relação a 2012. Em 2013, os consumos apresentam variações regionais de 125,8 litros/hab^{dia} no Nordeste a 194,0 litros/hab^{dia} no Sudeste. Por sua vez, ao distribuir água para garantir tal consumo, os sistemas sofrem perdas na distribuição, que na média nacional alcançam 37,0%, número praticamente igual ao de 2012, quando o valor foi de 36,9% (BRASIL, 2014).

O consumo per capita de água é desigual entre as economias mundiais; no Brasil, que possui a maior disponibilidade hídrica do planeta – 13,8% do deflúvio mundial – considerando a diversidade de predominância das atividades econômicas, a derivação social da água está distribuída em 61,2% do consumo pelo setor agropecuário, 20,8% por uso doméstico e 18% para uso industrial (ZAGO, 2007), já no mundo o consumo diário para uso doméstico representa cerca de 8% da captação de água no mundo, ou seja, de 120 a 200 litros por pessoa (FEITAL et al., 2008).

O consumo de água nas indústrias passa por diversos processos que auxiliam na preparação de matérias-primas, refrigeração ou na limpeza de equipamentos, assim, os padrões de qualidade da água dependem de como ela será aplicada, podendo ser mais rigorosa, como no caso de indústrias alimentícias e farmacêuticas, ou menos rigorosas, como no caso de sistemas de refrigeração (MIERZWA & HESPANHOL, 2005). De acordo com a Agência nacional de Águas – ANA, o Brasil possui em seu território 13,8% do total de águas doces superficiais do mundo, 34,9% do total de águas das Américas e 56,9% das águas da América do Sul, quanto à distribuição de águas nas suas regiões há uma disparidade, pois, 68% encontra-se na Região Norte, 16% no Centro-Oeste, 7% no Sul, 6% no Sudeste e 3% no Nordeste, no entanto, essa abundância hídrica não significa que a população brasileira seja beneficiada com o acesso aos serviços de água tratada e esgotamento sanitário (SCANTIMBURGO, 2011).

Devido ao alto custo da água destinada à indústria, estas passaram a avaliar as possibilidades internas de reuso de água, bem como estudam as ofertas das companhias de saneamento no tocante a compra de efluentes tratados (água cinza) a preços inferiores aos da água potável (HESPANHOL, 2002). No Estado de São Paulo, o custo da água para a indústria gira em torno de oito reais o metro cúbico, enquanto que a água para consumo humano custa em torno de quatro reais o metro cúbico (HESPANHOL, 2002).

Entre 2000 e 2050 estima-se um aumento de 400% da demanda global de água

pela indústria manufatureira (afetando outros setores), tal aumento se dará, sobretudo em economias emergentes e em países em desenvolvimento, caso não haja uma mudança enfática no gerenciamento do uso e compartilhamento da água a segurança hídrica global estará, no futuro, drasticamente comprometida (VERIATO et al., 2015).

Atualmente 70% do total da água doce utilizada em todo o mundo destinam-se à produção de alimentos. Nos Estados Unidos, a utilização das águas subterrâneas para abastecimento público e rural praticamente triplicou na última década, ganhando espaço para irrigação (13 milhões de hectares) e uso industrial (75%). Na Comunidade Europeia a água subterrânea já é utilizada para abastecer quase 75% dos sistemas público. No Brasil, as reservas de água subterrânea dos seus aquíferos são estimadas em 112.000 km^3, sendo a parcela utilizável, em condições hidrológicas equilibradas, de 800 km^3/ano (TORQUATO JR. et al., 2012).

No Brasil, a demanda de água apresenta uma condição altamente favorável, devido à disponibilidade hídrica (ANA, 2002). O país dispõe de 33.944,73 m^3/hab^{ano}, no entanto, a disponibilidade hídrica tende a diminuir ao longo do tempo, enquanto os recursos hídricos disponíveis são mantidos aproximadamente constantes (em termos de vazão, mas não em termos de qualidade) (HESPANHOL, 2008).

O Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento diz que no Brasil 76,2% dos municípios possuem rede de água e que 93,2% estão na área urbana das cidades e que as regiões que mais se beneficiam com o saneamento básico estão no Sul e Sudeste do país.

Kochhar et al. (2015) descrevem que a crescente demanda de água se dá por conta do processo de urbanização, uma vez que a população em geral pressiona a gestão pública para a questão da disponibilidade, sustentabilidade e qualidade de água, porém, milhões de pessoas não têm acesso à água potável e ao saneamento básico, daí, muitas políticas públicas são geralmente inadequadas para lidar com o crescente desafio em torno da água a partir do pouco investimento em infraestrutura que venham a colaborar com o uso sustentável da água.

2.3 POLUIÇÃO DA ÁGUA

A poluição dos recursos hídricos no mundo é inversamente proporcional à demanda, pois a cada década observamos um cenário crescente de pessoas que não tem acesso à água tratada. A quantidade de água potável vem diminuindo devido ao não

tratamento, o crescimento da demanda e o crescimento populacional acentuado e desordenado são os principais fatores que influenciam o aumento do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos (MAY & PRADO, 2004).

No mundo, há poucas regiões que estão ainda livres dos problemas da perda de fontes potenciais de água doce, da degradação na qualidade da água e da poluição das fontes de superfície e subterrâneas, com o crescimento populacional e bem como da tecnologia, haverá impactos no meio ambiente que irão causar poluição da água a partir da produção de efluentes, erosão e alteração da paisagem para a entrada da agricultura, alteração dos canais de rios e lagos para a construção de barragens e outras situações que causarão sérios riscos à natureza e ao homem (MORAES & JORDÃO, 2002).

O tratamento e a disposição dos resíduos sólidos são fatores que contribuem para a poluição da água, uma vez que os impactos socioambientais causados pela degradação do solo comprometem os corpos de água e mananciais, produzindo condições insalubres nas ruas e nas áreas onde se encontra a sua disposição final (BESEN et al., 2010)

De acordo com a Associação Brasileira de Limpeza Urbana e Resíduos Especiais – ABRALPE, no Brasil foram gerados em 2013, 76.387.200 toneladas de resíduos sólidos urbanos, um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período. Mostra uma discreta evolução na cobertura dos serviços de coleta, chegando a 90,4%, com um total de 69.064.935 toneladas coletadas no ano, sendo que a Região Norte coletou 6,4%, Centro-Oeste 8,2%, Sul 10,9%, Nordeste 22,1% e Sudeste 52,4%, quanto à destinação, 44% dos resíduos são incinerados, 20,5% autoclave, 2,4% micro-ondas e 33,1% têm outras destinações (ABRELPE, 2013).

No Brasil, serviços de manejo de resíduos urbanos estão longe de ser uma realidade, no entanto, verifica-se uma melhoria de alguns indicadores ainda insuficiente para equacionar as questões envolvidas na prestação de serviço de manejo de resíduos urbanos (PIMENTA, 2012). Os Resíduos de Serviços de Saúde – RSS possuem coleta diferenciada em 90% dos municípios, e somente o estado de São Paulo tem um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (JACOBI & BESEN, 2011). O MMA (2012) descreve que a taxa de cobertura de resíduos sólidos vem crescendo continuamente no Brasil, já alcançando em 2009 quase 90% do total de domicílios; na área urbana a coleta supera o índice de 98%; todavia a coleta em domicílios localizados em áreas rurais ainda não atinge 33%.

A coleta e a destinação final dos resíduos sólidos possibilitarão o tratamento de água para consumo humano e para o meio ambiente, pois, o tratamento de água assume

importância essencial para diversos fins, sejam eles industriais ou domésticos estes últimos considerados como mais nobre e prioritário, buscando garantir pós-tratamento que a água captada do meio ambiente atenda às necessidades humanas isenta de qualquer tipo de poluição ou contaminação (FERREIRA et al., 2012). No mundo, a maioria do tratamento da água se processa via companhia de saneamento pública ou privada, sendo que o controle daquilo que é destinado à população é monitorado pelas secretarias de saúde dos estados ou municípios (ACHON et al., 2013). No caso do Brasil, o Ministério da Saúde – MS instituiu normas e procedimentos através de portarias específicas em relação aos padrões de potabilidade das águas da sua captação, tratamento e destinação final ao consumidor (ACHON et al., 2013).

O lançamento de efluentes no meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento é um agravante sem precedente uma vez que diariamente aproximadamente 20 toneladas de resíduos sólidos domésticos e 400 mil litros de esgoto domésticos e industriais são descartados sob o rio Cuiabá. Desta maneira, sabe-se que em Cuiabá apenas 31% das residências possuem a rede de esgoto instalada e destes, apenas 14% são coletados e tratados (DINIZ & CAMPOS FILHO, 2010).

De acordo com Lima (2008) a Revista ECO 21 (2007), no Brasil a questão do saneamento básico mudou pouca coisa, sendo que o país figura entre os piores da América latina, onde a cobertura dos serviços de coleta de esgoto possui um déficit de acerca de 50%, sendo que no período de 2001 a 2004 não avançou, mas recuou de 50,9% para 50,3%, o que aumentou foi à cobrança nas tarifas (41%), estes dados são do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Importância e urgência em se desenvolver uma política efetiva de tratamento de efluentes, não apenas pensando nas populações humanas, mas no ecossistema, sobretudo o Pantanal, através do lançamento indiscriminado de esgotos brutos ou parcialmente tratados nos corpos de água superficiais pode causar sérios problemas de natureza ambiental ou ecológica. Para evitar esses inconvenientes, é de fundamental importância submeter às águas residuárias a um tratamento antes do seu lançamento em corpos receptores (RIBEIRO, 2007).

Conforme Moraes et al. (2013) o saneamento ambiental constitui, indiscutivelmente, um fator fundamental nos níveis de saúde e na qualidade de vida de um povo. Para proteger a saúde da população e preservar o meio ambiente, os sistemas de esgotamento sanitário devem dispor de um tratamento adequado dos esgotos coletados para poder alcançar este fim e que no final favorecerá toda a biodiversidade que se

encontra em torno do Rio Cuiabá e bem como do Pantanal.

Doenças causadas por bactérias patogênicas, vírus e parasitas de água contaminada e/ou não tratada constituem uma das principais fontes de causa mortis por distúrbios gastrointestinais e hepáticos (ALVES et al., 2006).

Mas, de acordo com Siqueira et al. (2012) a água é um elemento indispensável à sobrevivência de todos os organismos vivos, importante para a manutenção do clima na Terra, dependendo do local e de sua origem e, o suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida humana e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta.

Pode-se afirmar que as regiões metropolitanas ou urbanas são as que mais contribuem para a poluição do solo e dos ecossistemas aquáticos; isto se deve por que 81% dos habitantes no mundo estão concentrados na zona urbana e aproximadamente 65% dos dejetos domésticos não recebem tratamento, causando um aumento antropogênico nas concentrações de nutrientes nos meios aquáticos através da eutrofização artificial (MAROTTA et al., 2008).

2.4 ESCASSEZ DE ÁGUA

As populações humanas vivem a partir da oferta ou escassez de água e mesmo países ricos que possuem poder econômico para comprar ou tecnologias para explorar água de fontes alternativas poderão sofrer com a escassez de água no futuro. A água sempre foi considerada um recurso inesgotável, porém, a sua escassez e falta de qualidade já é uma preocupação mundial (OLIVEIRA et al., 2013).

As atividades humanas utilizam aproximadamente 2,5 vezes mais água do que a quantidade naturalmente disponível em todos os rios do planeta. Considerando-se a relação entre a quantidade total de água doce em rios e lagos, 126.200 Km^3, e o volume anual utilizado, 2900 Km^3, o tempo de demanda da circulação da água é de 44 anos, bastante inferior ao tempo de sua renovação natural em escala global, indicando uma clara tendência à escassez e forte pressão sobre reservatórios subterrâneos (NEUTZLING, 2004).

No Brasil, a escassez da água vem sendo percebida e acompanhada desde a década de 60 quando a Região Nordeste passou a figurar com esse tipo de problemática. Para mitigar a escassez de água nessa região foram construídos barragens e açudes destinados a um grande número de pessoas. No semiárido brasileiro, além da escassez de água que

é um fator preocupante, há também a questão dos problemas de gestão que é muito sério naquela região, uma vez que existe um elevado índice de perda dos sistemas de distribuição e uma política de construção de cisternas que não atende a quem deveria atender (REYMÃO & SABER, 2009).

O projeto de transposição do Velho Chico (Rio São Francisco) no Nordeste deve amenizar o problema da seca e escassez de água naquela região. A água do rio São Francisco deve chegar às bacias e açudes no Nordeste Setentrional a partir de canais, assegurando a oferta de água a cerca de 12 milhões de habitantes. Contudo, críticas foram dadas pela sociedade civil organizada quanto ao estado degradante do rio e impactos ambientais das numerosas obras para a transposição (CARVALHO & ESPINDULA, 2011). No ano de 2014 e início de 2015, a escassez de água no Brasil ganhou visibilidade devido aos baixos níveis dos reservatórios que abastecem a Região Sudeste. Essa visibilidade está relacionada com o poderio econômico, haja vista que a cidade de São Paulo é a maior metrópole da América Latina (CORTES et al., 2014).

A presente crise hídrica na metrópole São Paulo pode causar dificuldades na nossa sobrevivência, mas não há risco de esgotamento do recurso natural água, ou a finitude desse recurso essencial à vida no planeta Terra (AUTOMARE, 2015). O cidadão que nunca tinha ouvido falar no termo "volume morto", só de pensar nesta assustadora denominação já fica preocupado pensando: ficaremos sem água? Que água estamos consumindo? Qual a solução para não ficarmos sem abastecimento? Termos técnicos servem, sobretudo, para afastar os leigos do mundo do conhecimento técnico e científico. Ou seja, serve para colocar a autoridade sobre a resolução do problema e a decisão a ser tomada no âmbito técnico e não no debate político (BARCELOS et al., 2014).

A escassez de água e as mudanças climáticas globais vêm sendo apontadas a partir de evidências científicas desde a década de 80. De acordo com a ONU, no ano de 2007, trezentos desastres naturais, incluindo secas devastadoras, assolaram cerca de 117 milhões de pessoas; assim, o conhecimento sobre possíveis cenários climático-hidrológicos futuros e as suas incertezas podem ajudar a estimar demandas de água no futuro e também a definir políticas ambientais de uso e gerenciamento de água para o futuro (MARENGO, 2008).

Quando examinamos os quadros de perda de água por vazamento: Brasil = 37%; Estados Unidos = 16%; Alemanha = 11%, e citamos o Japão onde a perda por vazamento não ultrapassa 5%, bem provável no devido momento de investimentos na renovação (troca de tubulação, material de qualidade) da rede de distribuição de água e esgoto, fica

difícil considerar boa a eficiência administrativa da gestão das águas em São Paulo (AUTORAME, 2015).

Desta maneira, as evidências científicas apontam que as mudanças climáticas representam um sério risco aos recursos de água no Brasil, por mais que haja uma variabilidade climática no país, o impacto das variações e mudanças do clima tem outros fatores que se agregam que são os aspectos políticos e sociais, existindo projeções do clima para o futuro, onde citam que na Amazônia e no Nordeste haverá redução de chuvas, enquanto o Sul do país experimentará o aumento de chuvas extremas (MARENGO, 2008).

A escassez de água decorre da degradação ambiental, do seu mau gerenciamento e utilização (FERREIRA & CUNHA, 2005). Porém, quando governos e a sociedade civil atuam em conjunto, torna-se mais plausível a reversão de processos de poluição, eutrofização e morte de sistemas aquáticos. A exemplo temos a recuperação do Rio Tamisa na Inglaterra, que foi praticamente salvo pelo governo inglês em parceria das organizações civis e organismos internacionais, depois de ter sofrido anos seguidos de poluição e degradação (LEITE & GUEVARA, 2013).

2.5 POLÍTICAS E AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Parte do ecossistema aquático brasileiro vem enfrentando problemas com poluentes orgânicos e inorgânicos que são lançados diretamente nos rios e córregos sem nenhum tipo de tratamento. Os recursos hídricos foram efetivamente considerados a partir da Lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e da Lei 9.984/00 que criou a Agência Nacional de Águas – ANA (ANA, 2002). Entre os avanços advindos da Lei 9.433/97, podem-se destacar dois fundamentos essenciais a que se referem os incisos V e VI do seu artigo 1º: a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política de Recursos Hídricos, bem como a determinação legal de que a sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação de todos – Poder Público, Setores Usuários e Sociedade Civil através de Comitês de Bacias Hidrográficas e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (PRZYBYSZ, 2007).

Para Przybysz *op cit*, o planejamento de recursos hídricos constitui um instrumento fundamental para o gerenciamento da água e da bacia hidrográfica, uma vez que pode induzir ou restringir o uso e ocupação do solo e a implantação de planos de

desenvolvimento econômico em sua área de abrangência, pelo disciplinamento e controle do acesso e uso da água. Nesse sentido, gerenciar águas e bacias hidrográficas exige que se considerem diversos processos naturais e sociais interligados, com abordagem holística e sistêmica, visando compatibilizar o uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas com a garantia de disponibilidade de água para a sustentabilidade do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) mostram que 71,8% dos municípios ainda não possuíam, em 2011, uma política de saneamento básico. A Pesquisa de Informações Básicas Municipais revelou que 1.569 cidades possuíam políticas dessa natureza, o que corresponde a somente 28,2% dos 5.564 municípios brasileiros (COSTANTIN et al., 2014).

O monitoramento da água dos rios e reservatórios é uma maneira de identificar as mudanças bióticas e abióticas temporais e espaciais ocorridas nos ecossistemas hídricos. Este deve ser contínuo, periódico e sistematizado, de modo a acompanhar a condição e o controle da qualidade da água em determinado local e momento (MAROTTA et al., 2008; FINAZZI, 2012).

A realização do monitoramento limnológico possibilita a identificação do agente poluente e uma mitigação dos danos causados ao sistema aquático; assim, é um instrumento de previsão e manejo que fornece subsídios para o planejamento e gestão do meio ambiente através de instrumentos técnicos (MOROTTA & SANTOS, 2008). O monitoramento ecológico deve ser utilizado em ecossistemas aquáticos para inferir mudanças nas variáveis bióticas e abióticas com vista a prever propostas de manejos que venham a viabilizar ou a mitigar o recurso natural existente. Assim, o monitoramento limnológico contribui para a melhoria da qualidade da água, pois, com as informações da qualidade da água a gestão pública poderá gerenciar o ecossistema aquático em questão (MORATA & SANTOS, 2008; CUNHA & CALIJURI, 2010).

Com o advento da Resolução Conama 357/05, o monitoramento das águas brasileiras passou a ser um fator preponderante para o ambiente aquático através da determinação da classe dos rios existentes no país.

Para se fazer um monitoramento limnológico a utilização de variáveis na avaliação da qualidade de água está relacionada com a concentração de alguns compostos. Nos trabalhos de monitoramento da água, alguns parâmetros que refletem o uso do solo e a presença de substâncias nos corpos de água são comumente empregados; entre estes estão: a análise nas concentrações de fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido, bem como

os valores de pH, turbidez e densidade de coliformes fecais e totais (BUZELLI et al., 2013).

Rivera (2003) descreve que a adição de nutrientes inorgânicos e de material orgânico aumenta a fotossíntese e a respiração nos corpos de água, sendo uma condição para o processamento de energia de alto metabolismo, a eutrofização é um dos estados da sucessão natural dos ecossistemas aquáticos. À medida que o tempo passa e os nutrientes vão se acumulando, havendo um desenvolvimento cada vez maior das populações de fitoplâncton, observa-se com frequência o florescimento de algas. Quando acontece naturalmente, a eutrofização é gradual e muito lenta (demora muitas dezenas de anos a estabelecer-se).

2.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL SOBRE ÁGUA

A legislação ambiental pode ser definida como um conjunto de normas que têm por objetivo disciplinar as relações do homem com o meio em que vivem, visando a conservação da natureza e o combate à poluição na busca do desenvolvimento sustentável. A legislação ambiental brasileira teve uma enorme expansão, hoje, existem cerca de 30.000 títulos legais, entre leis, portarias, diretrizes, resoluções, normas, etc. que tratam de uso e conservação de recursos naturais (BORGES, 2014).

De acordo com Gomes (2008) até o início dos anos oitenta pode-se dizer que não havia uma legislação de proteção do Meio Ambiente no Brasil. O que havia, até então, eram escassas regulamentações com ordenamentos relativos à água e florestas, no entanto, mais com o objetivo de proteção econômica do que a específica proteção ambiental. Só para se ter ideia da escassez de legislação, as Constituições anteriores à de 1988 não aplicavam regras específicas sobre o Meio Ambiente.

Wolkmer & Pimmel (2013) citam que na América Latina há três formas de governança da água nas suas políticas ambientais, quais sejam; a gestão comunitária (Equador), o controle social (Venezuela) e a participação social (Brasil). A governança da água no Brasil começa como construção conceitual, teórica e operacional, com a Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei nº. 9.433 de 1997.

A legislação sobre uso e gestão de água no Brasil é robusta; pautada pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e norteada por decretos e pela Constituição Federal de 1988, nos artigos 20 (incisos III e IV), 21 (inciso XII, letra “b”), 23 (Incisos VI e VII), 24 (Inciso VI), 26 (incisos I, II e III), 43 (inciso IV), 170 (inciso VI), 187

(incisos VII e VIII) e 225, seus parágrafos e incisos ao nível federal, pela Lei n° 6.945/97 (Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos) e pelo Decreto nº 2.154/2009 (Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/MT) ao nível estadual (WOLKMER & PIMMEL, 2013).

Os marcos legais básicos referentes ao uso da água no Brasil são a Constituição Federal de 1988 – CF/88, a Lei 9.433, de 08/01/1997 e o Código de Águas, estabelecido pelo Decreto Federal 24.643, de 10/07/1934 (TUCCI, 2001). O Código de Águas já assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água, para as primeiras necessidades da vida, permitindo a todos usar de quaisquer águas públicas, conformando-se com os regulamentos administrativos. Era impedida a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene, sem a existência de concessão, no caso de utilidade pública, e de autorização nos outros casos; em qualquer hipótese, dava-se preferência à derivação para abastecimento das populações.

Em relação às regulamentações sobre potabilidade, tratamento de efluentes, temos a Portaria n.º 2914, de 12 de dezembro de 2011 do MS, a resolução CONAMA N.º 357/2005 que institui e normatiza o monitoramento de água no Brasil e a Resolução Conama 430/2011. Em Mato Grosso, a SEMA/MT utiliza os modelos de monitoramento desenvolvidos pela National Sanitation Foundation (IQA/NSF) que adota os procedimentos instituídos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ª edição, os padrões máximos e mínimos da Resolução do CONAMA n° 357/05 e o IQA.

2.7 ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

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, de enorme 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, 2007), desta maneira, para avaliar e classificar a qualidade da água existem vários indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas, entre eles o IQA elaborado pelo pesquisador alemão R. Horton em 1965 e por isso inicialmente conhecido como o IQAH (Índice de Qualidade de Água de Horton), o qual foi apresentado

para a Comissão de Saneamento de Água (ORSANCO - *Ohio River Valley Water Sanitation Comission*). A criação do IQAH serviu de base para elaboração de outros índices até chegar ao IQA/NSF. Após este período, os índices passaram a ser vistos como ferramentas importantes para o monitoramento visando à redução da poluição ambiental e à disponibilização de informação, no caso do Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público (IAP) é o produto da ponderação dos resultados do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como substâncias tóxicas. Neste índice é avaliada a quantidade de cianobactérias, pois esses organismos produzem metabólitos potencialmente tóxicos (CETESB, 2009).

Contudo, há que se salientar que o IQA/NSF não analisa todos os parâmetros importantes para esse uso, como por exemplo, a presença de parasitas patogênicos, e desta forma não há um índice único que sintetize todas as variáveis de qualidade de água, ou seja, geralmente são usados índices para usos específicos como o abastecimento público, preservação da vida aquática ou recreação de contato primário (balneabilidade) (ANA, 2005).

Entre os índices conhecidos, 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, 2015).

A CETESB (2014) cita que o IQA tem por principal finalidade a análise da diluição de efluentes (principalmente doméstico) e outros que contribuem para a qualidade da água, e fornece uma visão geral das águas superficiais a partir do cálculo dos índices dos nove parâmetros no corpo hídrico avaliado.

O IQA tem como principal objetivo traduzir os parâmetros de qualidade de um determinado corpo hídrico em “nota” de classificação, de modo a facilitar a comunicação com o público não técnico (FREITAS et al., 2011).

Em geral, os índices de qualidade da água são classificados a partir de quatro grupos que inicialmente ignora o tipo de consumo de água dentro do método de análise em estudo, por exemplo, o da National Sanitation Foundation (NSFWQI), no segundo grupo estão os índices de consumo específicos como os métodos Oregon e os índices de British Columbia que são aplicados em água destinada a consumo e preservação

ambiental; o terceiro fator está na concepção ou planejamento dos índices que é um instrumento voltado para a gestão de qualidade da água e bem como nas tomadas de decisões e por final, os pressupostos ligados relevantes de observações de qualidade da água, no entanto, destaca-se que os três primeiros tópicos abordados dizem respeitos à opinião de especialistas (POONAM et al, 2013).

De acordo com Toledo & Nicolella (2002) várias técnicas para elaboração de índice de qualidade de água têm sido usadas, sendo a mais empregada àquela desenvolvida pela *National Sanitation Foundation Institution* e usada em países como EUA, Brasil, Inglaterra, outros índices foram desenvolvidos baseados em características físico-químicas da água, como o de Liebmann, Harkins; além de índices baseados em características biológicas, comumente associados ao estado trófico dos rios.

Todos estes índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade de água. Índices baseados em técnicas estatísticas favorecem a determinação dos indicadores mais característicos do corpo de água em estudo, embora não permitam generalizações para todos os corpos de água, já que cada sistema hídrico, em princípio, possui sua característica peculiar (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

Nos últimos 40 anos, vários índices foram propostos, considerando três abordagens que são "*a) índices elaborados a partir da opinião de especialistas; b) índices baseados em métodos estatísticos e c) índices biológicos (cujos dados necessários para sua formulação ainda não são rotineiramente obtidos em programas de monitoramento* (FINAZZI, 2012).

O IQA foi elaborado por profissionais (142 ao todo) a partir de uma pesquisa onde foram indicadas 35 variáveis de qualidade que poderia vir a compor o IQA. Após muita análise foram escolhidas nove variáveis para representar a qualidade da água, quais sejam: temperatura, pH, oxigênio dissolvido – OD, demanda bioquímica de oxigênio – $DBO_{5,20}$, coliformes fecais/termotolerantes/totais, nitrato – N, fósforo total – P, sólidos totais – ST ou resíduo total e turbidez – TB (Tabela 1). Foram atribuídos pesos para cada variável que tem um grau de importância na avaliação da qualidade e a soma dos pesos deve ser igual a 1 como demonstra a equação abaixo;

$$IQA = \prod_{i=0}^{9} q_i^{w_i} \qquad \text{Eq. 1}$$

Sendo que:

W_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Os Parâmetros de qualidade e seus respectivos pesos no cálculo do IQA estão demonstrados na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade de água utilizados para o cálculo do IQA/NSF e seus pesos.

Parâmetros	Pesos Relativos (W_i)
Temperatura (ºC)	0,10
Oxigênio dissolvido (mg/L)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5/20}$) mg/L	0,10
Fosfato Total (mg/L)	0,10
Nitrato (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2005).

Paulino & França (2015) discorre que o IQA é uma grandeza adimensional onde varia de 0 a 100, daí, quando feito o cálculo utilizando o q_i (valor da variável de qualidade i) e o W_i para as todas variáveis percebe-se uma inconsistência por que a soma é linear, por exemplo, se o pH for muito ácido o ambiente aquático não conseguirá sustentar certos tipos de espécies e inviabilizaria o consumo humano e outras atividades que dependeriam daquele ecossistema; assim, foi criada uma classificação para o IQA utilizando as nove variáveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação da água conforme o índice de Qualidade de Água – IQA

Faixas de IQA	Classificação da Qualidade da Água
0 – 25	Péssima
26 – 50	Ruim
51 – 70	Regular
71 – 90	Boa
91 – 100	Ótima

Fonte: Mato Grosso (2016).

O cálculo do IQA pelo método Standard Methods por mais que seja aceito em vários países no mundo, inclusive em Mato Grosso, não pode ser descrito como absoluto, ou seja, a combinação de todos os parâmetros faz com que um mesmo peso final seja criado, por mais que haja uma fórmula para cada (Tabela 1).

Assim, há vários indicadores que podem monitorar a água, no entanto, não há um único indicador que analise as variáveis químicas, físicas e biológicas em conjunto. A criação e aperfeiçoamento de índices de qualidade de água foi fundamental para o monitoramento das águas e a mitigação da poluição ambiental (VIANA et al., 2013).

De acordo com a Resolução Conama 357/2005, as condições padrões para rios classificados como Classe 2 são; Coliformes Totais/coliformes termotolerantes (1.000 NMP/100mL), pH (de 6 a 9); a *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; Turbidez (até 100 NTU), Sólidos Totais (até 500 mg/L), Nitrato (0,10 mg/L), Oxigênio Dissolvido (até 500 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio (não inferior a 5 mg/L), , cor verdadeira: ate 75 mg Pt/L, clorofila *a*: ate 30 μg/L, densidade de cianobactérias: até 50000 células/mL ou 5 mm3/L e Fósforo Total (0,10 mg/L), mas que sofre diferenciação em: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lêntico; b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

2.8 BACIA DO RIO CUIABÁ

O presente estudo foi desenvolvido no rio Cuiabá, uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. O rio Cuiabá possui uma área de drenagem de cerca de 28.732 km², da nascente até a cidade de Barão de Melgaço no Pantanal, sendo que até a cidade de Cuiabá, a área de drenagem é de 21.730 km² (FIGUEIREDO & SALOMÃO, 2009).

As nascentes do rio Cuiabá localizam-se no município de Rosário Oeste (MT), precisamente nas encostas da Serra Azul. Seus principais formadores são os rios Cuiabá da Larga e o Cuiabá do Bonito, sendo o primeiro considerado a sua nascente principal. Somente após a sua confluência com o Rio Manso, recebe a denominação rio Cuiabá (FIGUEIREDO, 2012).

A sub-bacia do Cuiabá está situada na porção centro-sul do Estado, formada pelo Rio Cuiabá e seus afluentes na margem esquerda, os rios: Marzagão, Manso, Acorizal, Coxipó-Açú, Coxipó, Coxipó-Mirim, Aricá Açú, Aricá Mirim, Mutum e São Lourenço, e na margem direita pelos rios: Chiqueirão, Jangada, Espinheiro e Piraim (FEMA, 1995). Localiza-se entre as coordenadas geográficas 14º18’ e 17º00’S e 54º40’ e 56º5’W, abrangendo uma área de 22.000 km^2, englobando os municípios de Acorizal, Barão de Melgaço, Chapada dos Guimarães, Cuiabá, Jangada, Nobres, Nossa Senhora do Livramento, Nova Brasilândia, Poconé, Rosário Oeste, Santo Antônio do Leverger e Várzea Grande.

Encontra-se também nessa sub-bacia o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, um dos principais polos turístico do Estado, com muitas cachoeiras, como a Salgadeira, Cachoeirinha e Véu de Noiva, todas localizadas no rio Coxipó-Mirim (MATO GROSSO, 2010, p. 27).

Os solos na região são dos tipos Cambissolos e Litólicos, no entanto, há de se destacar que nos sopés das serras contém Latossolos vermelho-amarelo, com áreas de colinas onde possuem jazidas de ouro e diamante. Seu relevo se apresenta por uma área inclinada de norte para o sul, com altitudes que variam de 150 a 650 metros (MMA, 2007).

O clima de acordo com a classificação Koppen é do tipo AWa – Clima de Savana com característica de Tropical Semi-Úmido com dois períodos distintos; estiagem que vai de abril a setembro, úmido de outubro a março. A temperatura média anual é de 26ºC, com máxima em torno de 40ºC e mínima de 15ºC. A precipitação média anual de 1.750 mm, com intensidade máxima em dezembro, janeiro e fevereiro (MATO GROSSO,

2014).

De acordo com Libos et al. (2009) a vegetação natural da bacia do rio Cuiabá é composta, basicamente, de Cerrado. Duas sub-formações predominam nesta região, a savana arbórea densa e a savana gramíneo lenhosa. A savana gramíneo-lenhosa é largamente utilizada, na bacia do rio Cuiabá, como áreas destinada a criação de gado (pastagem).

O sistema hídrico de Mato Grosso passa pelo pulso de inundação que ocorre na época chuvosa, tornando um grande desafio no que tange o uso sustentável dos recursos naturais, o pulso de inundação, o ir e vir das águas ou o processo de enchente e seca é o processo ecológico essencial que controla a riqueza, a diversidade e a produção pesqueira em rios com grandes planícies de inundação, como é o caso no Pantanal, os fenômenos biológicos são regidos pelos pulsos de inundação e ao longo do percurso do rio Paraguai e seus tributários, o timing, por exemplo, da reprodução, é igualmente dependente da frente de inundação que caminha lentamente do norte para o sul e de leste para oeste. Igualmente, a produção pesqueira é dependente do nível de inundação de cada ano (RESENDE, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no perímetro urbano de Cuiabá-MT, do lado esquerdo do rio Cuiabá, considerando um gradiente crescente de poluição nas seguintes localidades:

Comunidade Sucuri (P1) (15°33’21.0’’S; 56°10’00.6’’W): Distrito estabelecido à esquerda do rio Cuiabá, distante 10 quilômetros do Centro. É uma área de transição entre rural e urbano, situada na porção Centro-Sul do Estado de Mato Grosso (GONÇALVES & PASA, 2015);

Estação de Captação de Água da CAB Ambiental do Ribeirão do Lipa (P2) (15°34’70.3’’S; 56°07’95.0’’ W): É uma das estações de captações de água mais importante do munícipio de Cuiabá que atende mais de sessenta (60) bairros, entre quais os mais populosos. O ponto de coleta fica próximo de uma indústria de bebidas e de um condomínio residencial;

Estação de Captação de Água da CAB Ambiental do Bairro do Porto (P3) (15°37’25.2’’S; 56°06’87.5’’W): A estação abastece o bairro do Porto e mais dezessete (17) bairros. Este ponto de coleta recebe uma descarga intensa de esgoto *in natura* através do Córrego Mané Pinto, com aproximadamente 3.300 m de extensão e canalizado desde 1988 (MATO GROSSO (SECOPA), 2014).

Caís do Porto (P4) (15°37’059.1’’S; 56°61’12.8’’W): Construído *no governo de Pedro Pedrossian (1966-1971)* para receber embarcações que subiam o rio Cuiabá principalmente na época chuvosa. *Atualmente está abandonado, uma vez que o rio Cuiabá é bastante assoreado em toda sua extensão o que inviabiliza a navegação de grandes embarcações (DUARTE, 2010).*

Comunidade São Gonçalo Beira Rio (P5) (15°37’02.4’’S; 56º 06’0.59’’W): Foi uma das primeiras comunidades criadas em Cuiabá, ponto de chegada e saída das Bandeiras no período colonial.

Figura 1 – Pontos de coleta das amostras de água do rio Cuiabá, considerando um gradiente crescente de fontes poluidoras de montante (P1 – Sucuri) para jusante (P5 – São Gonçalo Beira Rio).

Fonte: Google Earth, 2016

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Amostras de água foram coletadas de forma manual na margem do rio Cuiabá, nos meses de janeiro e março (período úmido) e agosto (período seco) de 2015, em cinco pontos de amostragem pré-definidos de montante a jusante no perímetro urbano da capital mato-grossense para uma determinação pontual dos parâmetros que compõe o IQA do rio Cuiabá, sendo que para cada ponto amostral foram realizadas três coletas que totalizam no final quinze (15) amostras de água, coletadas em garrafas plásticas e acondicionadas em caixa térmica com gelo para transporte e conservação, até a sua análise em laboratório, as coletas foram realizadas a um metro de distância entre o rio e sua margem sempre no período matutino; a temperatura da água foi aferida no momento da coleta por termômetro digital e as amostras foram identificadas, e localizadas com uso do GPS (Global Position System).

A qualidade de água foi avaliada seguindo o que é determinado pelo IQA e Resolução Conama 357/2005, sendo que os dois índices são empregados pela SEMA/MT, sendo que o rio Cuiabá é classificado como rio de Classe 2 através da Resoluções Conama

357/2005 e 396/2008 e Resolução N.º 91 de 05 de novembro de 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Esta métrica e resolução compõem o Índice de Qualidade das Águas – IQA (CETESB, 2008), e são suportados pela medida de nove parâmetros límnicos: pH; oxigênio dissolvido (OD) (mg/L); temperatura da água (ºC); nitrato (mg/L); fosfato (mg/L); coliformes termotolerantes (NMP/100mL); demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5/20}$) (mg/L); turbidez (NTU) e sólidos totais (mg/L).

A análise do IQA do rio Cuiabá foi feita em tabela de Excel disponibilizado pela National Sanitation Foundation Institution, onde todos os parâmetros estudados são dispostos e calculados de acordo com as formulas de cada componente como nota do qi, peso, qi^w máximo possível e porcentagem do qi^w máximo possível (%).

As análises das amostras de água do rio Cuiabá foram feitas em laboratório através do Standard Methods 22nd, tendo como base a cromatografia de íons que mede as várias formas como são apresentados o cloro, nitrogênio/nitrato e fósforo/fosfato. O protocolo de coleta do Standard Methods 22nd faz referência a condições especiais de amostragem, recipientes adequados e procedimentos adequados para a coleta de amostras e armazenamento, bem como a aplicabilidade do método (AMERICAN PUBLIC HEALT ASSOCIATION, 1992), sendo que para cada um dos parâmetros há uma metodologia específica assim descrita:

Quadro 1 – Metodologias aplicadas aos parâmetros de qualidade de água pelo laboratório responsável pela análise das amostras de água coletadas no rio Cuiabá.

Parâmetro	Metodologia
Coliformes Totais	Standard Methods, 20(th) Edition, Tubos Múltiplos
pH	Standard Methods, 22nd 4500H+B
Turbidez	Standard Methods, 22nd 2130 B
Sólidos Totais	Standard Methods, 22nd 2130 B
Nitrato	Standard Methods, 22nd 4110 B
Oxigênio Dissolvido	Standard Methods, 22nd 4500-0 G
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Standard Methods, 22nd 5210 B
Fosfato Total	Espectrofometria

Fonte: Public Healt Association (1992).

Os valores de precipitação pluviométrica dos meses de amostragem foram obtidos no INMET – Instituto Nacional de Meteorologia para serem confrontados com os parâmetros utilizados para elaboração do IQA.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS

Os resultados obtidos das amostras de água coletadas do rio Cuiabá foram descritos e analisados estatisticamente a fim de identificar diferenças temporais (úmido e seco) e espaciais (montante - jusante).

Foram utilizadas como análises exploratórias multivariadas as análises de agrupamento ("Cluster Analysis") e de Ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), executadas com o Programa Primer v6 (CLARKE & GORLEY, 2006), com o objetivo de descrever as relações de similaridade entre os pontos e as datas de amostragem (úmido e seco). Para tal, os dados ambientais foram transformados em log (x+1) e a distância Euclidiana foi usada como índice de associação.

Foram feitos teste de normalidade (Shapiro-Wilks; $\alpha \geq 0,05$) e homocedasticidade (Levene; $\alpha \geq 0,05$) dos dados através do programa SPSS® for Windows, Para averiguar se as variáveis atendiam as premissas para emprego de testes paramétricos, sendo levantadas duas hipóteses para análise temporal (H_0= Úmido=Seca; H_1 = Úmido≠Seca) e para a análise espacial (H_0= não existe diferença entre os pontos; H_1 = existe diferença entre os pontos).

Foi utilizada a análise de variância não-paramétrica de Kruskal-Wallis para testar a variação espacial (montante-jusante) e temporal (seco e úmida) dos 9 parâmetros da água analisados sendo nos casos significativos seguidos de teste pareado de Conover-Inman (SYSTAT 13 for Windows, 2009), os dados de cada variável foram transformados em log (base 10).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁGUA DO RIO CUIABÁ

Os valores de precipitação pluviométrica na região de Cuiabá obtidos a partir de dados registrados no INMET variaram de 0,2 a 68,2 mm na semana anterior a 25 de janeiro/2015. Estes valores estão aquém do esperado para o período que é descrito como úmido (novembro a abril) (INMET, 2015). Em março/2015 a precipitação pluviométrica variou de 0,2 a 36,8 mm na semana anterior a coleta (23 a 28/03). Observamos um maior volume de água no rio Cuiabá, Coxipó e nos Córregos canalizados da cidade, além de uma coloração amarronzada na água devido ao carreamento de sedimentos.

No mês de agosto de 2015 não houve precipitação pluviométrica na semana de 31/07 a 07/08/2015 (INMET, 2015). Esta fase é considerada de seca na região do Pantanal, e a profundidade na região marginal do rio Cuiabá no dia da coleta estava em 0,38 m (BRASIL, 2015).

Os maiores valores de turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido, DBO e coliformes termotolerantes foram obtidos no período úmido (janeiro e março/2015), enquanto que maiores valores de pH, Nitrato e Fosfato ocorreram no período seco (agosto/2015) (Tabela 3; Figura 2). Diferenças significativas entre os períodos amostrais foram obtidas para todos os parâmetros avaliados ($p<0,05$), exceto DBO que variou pouco nos meses que caracterizam úmido e seco (Tabela 3; Figura 2).

Ao contrário do que esperávamos, a água do rio Cuiabá apresentou melhor resultado no IQA no período seco, decorrente do menor carreamento de matéria orgânica das áreas a montante, que refletiram em baixos valores de turbidez e sólidos totais. Neste sentido, apesar dos efluentes possivelmente estarem mais concentrados ao serem lançados na água do rio Cuiabá durante a seca, a concentração de coliformes termotolerantes e de outros parâmetros foram significativamente menores do que preconiza a Resolução Conama 357/2005 (Figura 2).

Tabela 3 – Média e Desvio Padrão dos parâmetros de qualidade de água no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos úmido e seca (temporal), seguido pelo resultado da análise de variância de Kruskal-Wallis.

Variáveis	Resolução Conama 357/2005	ÚMIDA	SECA	Kruskal-Wallis	
		Média±DP	Média±DP	H	*p-valor*
CT	Até 1.000 NMP/100mL	9120,50±7804,01	18,91±16,07	26,02	0,000
pH	De 6 até 9	6,80±0,12	7,83±0,16	24,54	0,000
TB	Até 100 NTU	217,80±81,97	10,73±11,49	22,59	0,000
ST	Até 500 mg/L	212,40±61,65	68,00±36,75	8,91	0,003
N	Até 0,10 (mg/L)	0±0[1]	0,03±1,43	30,97	0,000
OD	Não inferior a 5 mg/L O_2	8,60±0,66	5,97±0,75	24,60	0,000
DBO	Até 5 mg/L O_2	4,84±0,98	4,78±0,65	0,94	0,332
P	Até 0,10 mg/L	0±0[1]	0,03±1,43	34,00	0,000
Temp. (ºC)	--	27,45±1,03	26,36±0,27	-	-

O carreamento de matéria orgânica no período úmido decorrente do alto índice pluviométrico que ocorreu nos meses de outubro a abril (média de 208,76 mm) (INMET, 2015), provavelmente aumentou exponencialmente a atividade microbiológica na água indicando uma relação entre os índices de coliformes totais e fecais e precipitação (VASCONCELOS & SERAFINI, 2002).

Assim, o alto índice pluviométrico ocorrido na semana da coleta do mês de março de 2015 pode ter interferido na qualidade da água do rio Cuiabá, aliado também com a alta descarga de efluentes e a falta de cobertura vegetal que possibilitou o *input* de coliformes termotolerantes no rio.

A turbidez teve sua maior média no período úmido, uma vez que as partículas carreadas para dentro do leito do rio possibilitam o aumento dos sedimentos e na erosão de encostas das margens contribuindo para um maior valor na turbidez (Figura 2). 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), disto, o nível da turbidez no período úmido foi maior do que na seca, estando em desacordo com a Resolução Conama 357/2005 cita que o limite máximo estabelecido para o parâmetro é de até 100 UNT. Dutra et al. (2010) citam que no período de estiagem a turbidez e o fosfato total permanecem menores do que no período úmido, devido à grande quantidade de material carregado pelas enxurradas; para o fosfato não constatamos isso.

[1] O equipamento de análise tem uma sensibilidade na resolução das amostras, sendo que quando o índice na análise do Nitrato/Nitrogênio for <0,05 mg/L e o de Fosfato/Fósforo for <0,07 mg/L os resultados desses parâmetros são referenciados como 0 (zero).

No período úmido houve um aumento considerável nos ST, tal variação pode ser ter ocorrido devido ao processo de erosão das margens do rio Cuiabá, desaparecimento da mata ciliar no perímetro urbano e também da poluição ser crescente de montante a jusante (BERTOLDO, 2014) (Figura 2).

Nozaki et al. (2014) citam que durante esse processo de urbanização, a construção da infraestrutura normalmente é projetada para drenar as águas da chuva e carregá-las para fora das cidades por canais superficiais existentes, rios e córregos, essas águas que fluem carregam poluentes que podem prejudicar sua qualidade. Damo & Icka (2013) informam que a água pode ser contaminada ainda na fonte, mas pode haver a contaminação entre a distribuição e o transporte da mesma, no entanto, às vezes uma análise microbiológica da água não apresenta índice de cargas microbianas, os valores zero da carga microbiana na água são indicadores de um processo de desinfecção eficaz durante o tratamento.

Lougon et al. (2009) explicam que os sólidos agem de maneira indireta sobre a vida aquática, impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento da água o que, consequentemente, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido no meio, 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).

Assim, a concentração de sólidos totais tende a aumentar nas úmidas por conta do carreamento de parte do solo para o leito do rio e no caso do oxigênio dissolvido, este diminui, pois, com o aumento da vazão há uma maior quantidade de matéria biodegradável, matéria orgânica, advinda dos esgotos domésticos que são decompostas no ambiente aquático em uma quantidade alta e no final consome mais oxigênio.

O OD foi diferente entre os períodos, sendo maior no período úmido, variando entre 5,23-6,8 (seca) e de 7,83-9,43 (úmida). O oxigênio dissolvido na água não deve ser inferior a 5 mg/L, e todas as amostras apresentaram valores acima do determinado pela Resolução Conama 357/05.

Pinto et al. (2010) informam que o oxigênio é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre os corpos da água. É um importante fator no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos, haja vista que sua concentração pode indicar o grau de eutrofia e o metabolismo aquático. Quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, maior será a população de organismos que a decompõem, portanto, maior será a quantidade de oxigênio consumida (NUVOLARI, 2003).

Já a DBO não apresentou diferença entre os períodos amostrais, pois não variou substancialmente (Tabela 3; Figura 2). A é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável, sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de OD em mg/L^{-1} de O_2, que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica (RODRIGUES et al., 2011). Assim, a poluição orgânica leva a redução do oxigênio no sistema aquático, tornando-o anaeróbico. Contudo, apesar do maior aporte de matéria orgânica no rio durante o período úmido, com aumentos significativos na turbidez e sólidos dissolvidos, a DBO não foi alterada.

O pH apresentou condições distintas, sendo mais básico ou alcalino no período seco e mais ácido no período seco (Figura 2). A Resolução Conama 357/2005 cita que o pH de água de rio classe 2 deve ter valor compreendido entre 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005), desta maneira, as amostras tanto no período úmido quanto da seca estão dentro dos parâmetros recomendados, sendo que no período seco o pH tem uma variação maior em relação ao úmido; isto pode estar associado a maior estabilidade das águas do rio no período seco, que apresenta menores valores de turbidez e sólidos dissolvidos devido à ausência de úmidas. De acordo com Minillo (2005) normalmente os valores maiores de pH estão relacionados à redução da precipitação e à baixa presença de material alóctone. Durante período úmido, que aumenta o volume de água, revolve e carreia sedimentos, a capacidade de tratamento de esgoto é comprometida, interferindo na qualidade de água do rio. 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).

O resultado do pH alcalino demonstra a decomposição da matéria orgânica no rio, a presença de esgoto doméstico ao longo do trecho pesquisado, podemos comparar ao estudo realizado por Siqueira et al. (2012) no rio Parauapebas – PA, onde houve pequena variação no pH e os autores citam que a pequena variação no pH, revelou uma ótima capacidade de tamponamento pelo ecossistema, devido principalmente à contribuição da bacia de hidrográfica e decomposição da matéria orgânica, até ligeiramente alcalina, devido principalmente à contribuição geológica da região, esse valor pode estar associado à influência local, como a presença de esgotos domésticos ao longo do leito do igarapé no rio Parauapebas.

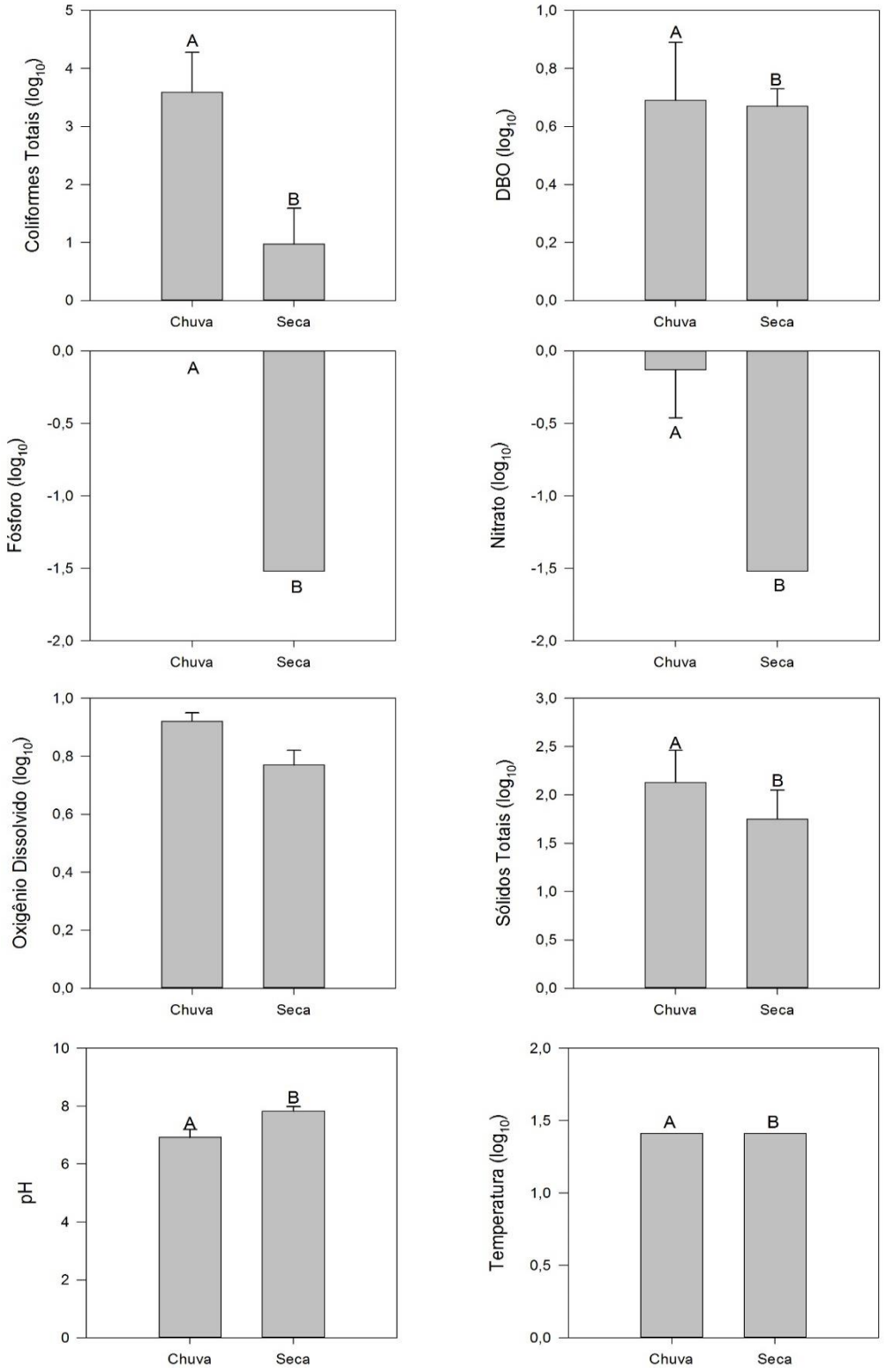
O nitrato e o fosfato apareceram no período da seca apenas, demonstrando que ao longo do trecho analisado há pouca atividade que venha a depositar tais nutrientes no solo para serem carreados para o curso de água no período das úmidas (Figura 2). Miller &

Gardiner (1998) citam que devido à sua alta adsorção ao solo, o fósforo entra em corpos d’água superficiais adsorvidos às partículas de solo erodidas, assim, fica evidente que a descarga de nitrato e de fosfato nas proximidades do rio Cuiabá é quase nula, a baixa concentração tanto de fosfato quanto de nitrato na variação espacial (seca e úmida) pode não 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).

Klein & Agne (2012) citam que o fósforo é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente as águas superficiais, já que ocorre pouca percolação deste elemento (KLEIN & AGNE, 2012).

Silva (2014) relata que o aparecimento de fósforo nas águas do rio Cuiabá está relacionada com as atividades antrópicas, as que estão associadas à agricultura e aos aglomerados urbanos merecem destaque, dentre essas, 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.

De acordo com Biguelini & Gumy (2012) 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). Os limites estabelecidos para a concentração de nitrato em água doce de rio de classe 2 é de 10 mg/L, assim a quantidade de nitrato que apareceu no período seco ficou bem abaixo do que a Resolução Conama 357/2005 determina.


Coliformes Totais (log10)
DBO (log10)
Fósforo (log10)
Nitrato (log10)
Oxigênio Dissolvido (log10)
Sólidos Totais (log10)
pH
Temperatura (log10)
Chuva
Seca
A
B

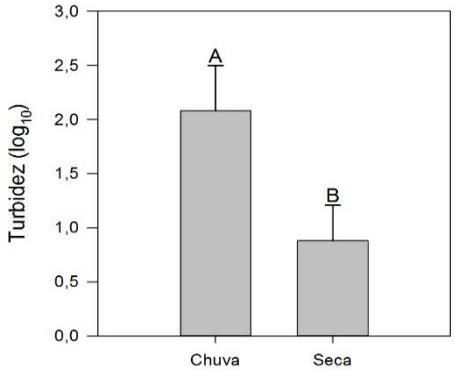


Figura 2 – Variação temporal (úmido e seca) dos parâmetros utilizados para avaliação da qualidade de água (IQA) no perímetro urbano do rio Cuiabá, MT. As letras sob as barras indicam diferenças significativas.

O resultado do IQA do rio Cuiabá deve ser correlacionado com a variação da DBO, os coliformes termotolerantes, OD, turbidez, em relação do aumento de sólidos totais nas águas do rio Cuiabá, sendo que no período úmido há o aumento de matéria orgânica carreada do solo para o leito do rio, a partir do lançamento direto de efluentes no rio e pela poluição difusa, ausência da mata ciliar e o uso e ocupação do solo entorno da margem do rio.

4.2 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ÁGUA DO RIO CUIABÁ

A análise dos parâmetros usados no cálculo do IQA/NSF entre os cinco pontos de coleta no rio Cuiabá demonstrou que existem diferenças significativas entre os pontos, tanto no período de úmidas quanto de seca para algumas variáveis. A concentração de coliformes termotolerantes e o oxigênio dissolvido diferiram significativamente de um ponto para outro em ambos os períodos, enquanto que a demanda bioquímica de oxigênio variou significativamente apenas na seca ($p < 0,05$) (Tabela 4; Figura 3). Na umidade a turbidez variou significativamente nos pontos 1, 3, 4 e 5, ou seja, mais que o dobro permitido pela Resolução Conama 357/2005, no entanto, no ponto 2 a turbidez ficou abaixo que a resolução Conama 357/2005 determina que é de 100 NTU, talvez essa melhora (87,36 NTU).

De forma geral, os pontos 3, 4 e 5 apresentam maiores valores de coliformes termotolerantes e turbidez e menores valores de oxigênio dissolvido tanto no período úmido quanto de seca (Tabela 4; Figura 3). Estes pontos são mais poluídos recebendo diretamente efluentes da região urbana de Cuiabá e por isso apresentam um menor índice de qualidade de água em relação aos pontos 1 e 2, indicando um gradiente de fontes poluidoras, que é de certa forma mantido temporalmente.

Este gradiente crescente de poluição não foi observado para os parâmetros sólidos totais dissolvidos e DBO, sendo os sólidos totais maior no ponto 1 (Sucuri, ponto mais a montante) que é aparentemente menos poluído; e a DBO menor no ponto 4 (Caís do Porto), mais poluído, em ambos os períodos (Figura 3).

O nitrato e o fosfato não apresentaram diferenças espaciais em ambos os períodos, não sendo detectados na umidade e ocorrendo em baixa quantidade na seca e de forma constante em todos os pontos (0,03 mg/L) (Tabela 4; Figura 3).

Tabela 4 – Média e Desvio Padrão dos parâmetros de qualidade de água nos cinco pontos de coleta (espacial) no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos úmido e de seca, seguidos pelo resultado da análise de variância de Kruskal-Wallis (p<0,05).

Variáveis	**ÚMIDA**						
	PONTOS					**Kruskal-Wallis**	
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**H**	***p>0,05***
CT (NMP/100mL)	887,50±65	580±80	12135±7730	16000±0	16000±0	14,67	0,005
pH	6,70±0,1	6,70±0,17	6,76±0,15	7±0	6,86±0,04	3,23	0,51
TB(NTU)	230,66±8,50	87,36±3,69	318,66±66,01	235±8	217,33±26,63	5,49	0,24
ST (mg/L)	266,00±26	103,66±10,01	248,00±22,27	239±16	205,33±3,77	4,52	0,34
N (mg/L)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	2,25	0,69
OD (mg/L)	9,43±0,15	9,00±0,1	8,70±0,17	8±0	7,86±0,04	16,57	0,00
DBO (mg/L)	5,63±0,58	4,56±0,45	5,63±0,58	3±0	5,36±0,23	3,36	0,49
P (mg/L)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,00	1,00
Temp (ºC)	26,75±1,50	27,50±1	27,50±1	28±1	27,50±0,86	-	-
	SECA						
Variáveis	**PONTOS**					**Kruskal-Wallis**	
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**H**	***p>0,05***
CT (NMP/100mL)	1,79±0	1,79±0	18±0	36±0	37±0	14,00	0,007
pH	7,85±0,26	7,99±0,04	7,91±0,07	7,65±0,08	7,77±0,10	7,01	0,13
TB (NTU)	5,12±1,21	4,42±1,00	19,37±22,36	5,38±1,26	19,36±6,90	9,54	0,04
ST (mg/L)	108±17,43	62,66±37,80	70,66±56,75	52±8	46,66±30,28	5,20	0,26
N (mg/L)	0,030	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	1,00
OD (mg/L)	6,80±0,27	6,23±0,11	6,30±0,44	5,23±0,42	5,28±0,86	10,55	0,03
DBO (mg/L)	4,93±0,20	4,50±0,62	5,40±0,3	4,06±0,64	5±0,7	8,14	0,08
P (mg/L)	0,03±0	0,03±0	0,03±0	0,03±0	0,03±0	0,00	1,00
Temp (ºC)	26,5±0,03	26,1±0,05	26,63±0,06	26,50±0	26,5±0,17	-	-

CT – Coliformes Totais; TB – Turbidez; ST – Sólidos totais; N – Nitrato; OD – Oxigênio Dissolvido; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; P – Fósforo; Temp – Temperatura; NMP – Número Mais Provável; mL – Mililitro; NTU – Unidades Nefelométricas de Turbidez; mg/L – Miligrama por Litro; ºC – Grau Centigrado.

A água do rio Cuiabá nos meses de seca é menos oxigenada onde o lançamento de cargas orgânicas é mais acentuado. Porém devido a uma característica física no trecho do rio onde realizamos a coleta (Caís do Porto e São Gonçalo Beira Rio), a assimilação da carga orgânica é menor, reduzindo a demanda bioquímica de oxigênio em decorrência de corredeiras principalmente no período de seca, no qual pedras afloram, tanto que no Caís do Porto (P4) a turbidez fugiu ao gradiente crescente de poluição esperado (LIBOS & LIMA, 2002), sendo maior apenas nos pontos 3 e 5.

A DBO encontrada nos pontos 1 e 2 no período de seca está abaixo do limite permitido pela Resolução Conama 357/05. Segundo Matos (2004) a determinação da demanda bioquímica de oxigênio em águas superficiais tem sido utilizada com o intuito de se ter uma ideia do grau de poluição orgânica dos corpos hídricos, sendo uma das variáveis mais importantes na determinação da qualidade da água, desta maneira, as águas do rio Cuiabá coletadas nos pontos 1 a 5 apresentaram valores superiores a 5,0 mg/L no período de umidade e no ponto 3 na seca.

A turbidez e os sólidos totais dissolvidos foram maiores nos pontos 1, 3, 4 e 5 no período de úmidas, e em relação a estas variáveis há também de se destacar que o ponto 1 (Comunidade Sucuri), apresentou valores elevados de turbidez. Já os sólidos totais, além de apresentar maiores valores no período de úmidas, também, foi mais elevado no período de seca no ponto 1 talvez em decorrência da bomba de captação de água da CAB Ambiental ou mesmo pelo carreamento de resíduos sólidos da parte monte ao ponto de coleta (Figura 3).

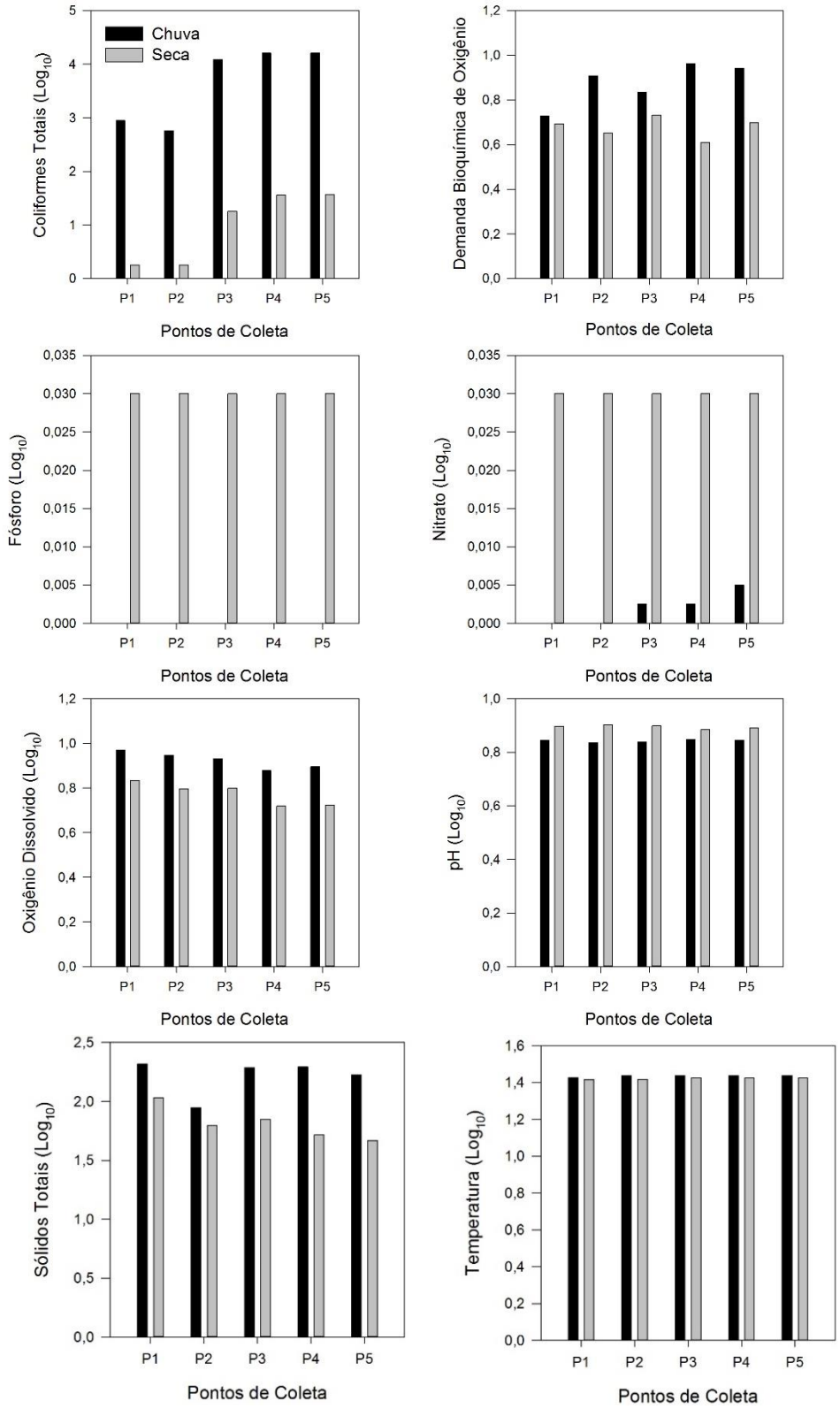
Quanto aos coliformes termotolerantes e o oxigênio dissolvido quanto mais se adentra para o setor urbano da cidade maior será a variação, uma vez que a descarga de esgotos no rio Cuiabá é grande. Entre a Comunidade Sucuri até a Comunidade São Gonçalo Beira Rio foram avistados oito córregos desaguando no rio Cuiabá, sendo alguns deles canalizados e utilizados para escoar efluentes domésticos das residências cuiabanas. Esses canais recebem águas pluviais que são drenadas juntamente com esgoto para o rio Cuiabá. Assim, estes córregos foram descaracterizados, necessitando de investimentos públicos para drenar todo esgoto para uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE e recuperar os trechos que ainda não foram canalizados.

Os pontos 3, 4 e 5 apresentaram altos valores de coliformes termotolerantes no período úmido, provavelmente isso se deve ao carreamento de material do solo para as águas do rio Cuiabá, nos meses de úmida, possivelmente devido a uma grande descarga de esgoto advinda dos córregos Mané Pinto e da Prainha, além de que muitos

empreendimentos estabelecidos nas proximidades possivelmente lancem seus dejetos diretamente no rio (Tabela 4; Figura 3). A Resolução Conama 357/2005 cita que é permitido para os coliformes termotolerantes o valor de 1000 NMP/100 mL para rios como o Cuiabá que é de Classe II e os resultados apresentados estão acima do permitido nos pontos 3, 4 e 5, no período úmido (16000 NMP/100 mL; BRASIL, 2005).

No caso do pH, houve pouca variação espacial em ambos períodos, sendo em média menor a montante e maior a jusante na úmida, e sem padrão espacial no período seco, onde o valor mínimo foi de 7,56 e o máximo de 8,08, ambos no ponto 1 (Figura 3).

Esses resultados demonstram que o potencial poluidor de efluentes domésticos lançados diariamente no rio Cuiabá na parte urbana da capital mato-grossense pode causar um impacto negativo no ecossistema aquático local, implicando em uma perda ambiental considerável devido o mau gerenciamento dos resíduos gerados, comprometendo assim a qualidade das águas do rio no trecho localizado entre o bairro do Porto até a Comunidade São Gonçalo Beira Rio, Moreschi et al. (2015) relata que o lançamento pontual de carga orgânica de esgoto doméstico, com concentrações elevadas de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, faz com que o corpo receptor se torne um ambiente anóxico, podendo provocar a morte de espécies aquáticas e resultando na recuperação de suas águas apenas a partir de quilômetros abaixo.


Chuva
Seca
Coliformes Totais (Log10)
Demanda Bioquímica de Oxigênio
Fósforo (Log10)
Nitrato (Log10)
Oxigênio Dissolvido (Log10)
pH (Log10)
Sólidos Totais (Log10)
Temperatura (Log10)
P1
P2
P3
P4
P5
Pontos de Coleta

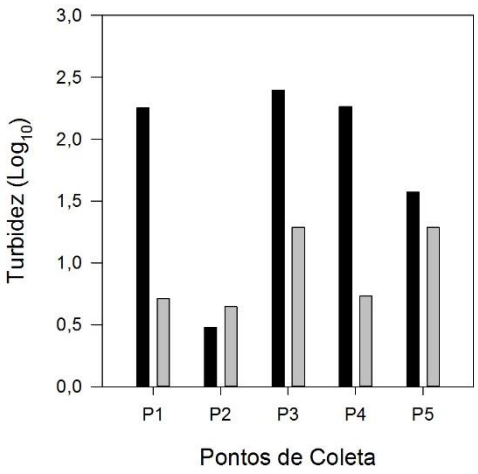


Figura 3 - Variação espacial (pontos de coleta de água) dos parâmetros utilizados para avaliação da qualidade de água (IQA/NSF) no perímetro urbano do rio Cuiabá nos períodos úmido e de seca.

4.3 VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO CUIABÁ

Os resultados do cálculo do Índice de Qualidade de Água – (IQA/NSF) demonstraram que há uma diferença significativa entre os períodos estudados (úmido e seca) (Tabela 5). Assim, o Índice de Qualidade de Água, considerando a média dos 5 pontos amostrais no perímetro urbano do rio Cuiabá foi maior na seca (IQA=79), classificando a água como "Boa" e menor no período de umidade (IQA=51), classificando a água como "Regular ou Aceitável (Tabelas 5 e 6).

Os pontos amostrais que são considerados "Regular/Aceitável" de certa maneira apresentam sinais de poluição antrópica e degradação ambiental, devido ao processo de pressão urbana no seu trajeto, merecendo por parte dos gestores públicos maior atenção através de um programa de recuperação das áreas degradadas onde inspiram maiores cuidados.

Os dados da tabela 5 demonstram que os elementos estudados estão dentro das determinações analíticas do Standard Methods e os pesos (w) dos parâmetros do IQA (CETESB, 2008), ou seja, estão abaixo do que a CETESB recomenda. Nota-se ainda que a análise dos dados pode ser interpretada de outra maneira, pois, onde é apresentado a variação de cada parâmetro em relação ao mínimo e ao máximo possível do qi^w percebe-se que os parâmetros têm uma oscilação não muito expressiva entre o qi (nota) e a porcentagem do qi^w máximo possível. A porcentagem do qi^w máximo possível para cada parâmetro permite comparar os parâmetros na mesma base; sendo que o valor de

100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade, ou seja, apenas o Nitrato apresenta com 100% de porcentagem na variação temporal.

Damo & Icka (2013) referenciam que o IQA é uma das ferramentas mais eficazes para expressar a qualidade da água, conferindo uma boa ideia da evolução da qualidade da água num determinado período de tempo.

Tabela 5 – Resultado do Índice (IQA CETESB) e dos nove parâmetros de qualidade do rio Cuiabá no período da seca, conforme a National Sanitation Foundation Institution (NSFI).

Parâmetro	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi^w	qi^w máximo possível (=100^w)	Porcentagem do qi^w máximo possível (%) (nota/(qi máx poss))
CT	**19,00**	58,40	0,15	**1,84**	2,00	**92,2%**
pH	**7,80**	90,00	0,12	**1,72**	1,74	**98,7%**
DBO5	**4,78**	55,50	0,10	**1,49**	1,58	**94,3%**
N	**0,03**	99,80	0,10	**1,58**	1,58	**100,0%**
P	**0,03**	91,00	0,10	**1,57**	1,58	**99,1%**
TEMP.	**26,40**	94,00	0,10	**1,58**	1,58	**99,4%**
TB	**10,73**	75,90	0,08	**1,41**	1,45	**97,8%**
ST	**68,00**	86,00	0,08	**1,43**	1,45	**98,8%**
OD	**6,00**	81,60	0,17	**2,11**	2,19	**96,6%**

IQA = 79

Apesar da massa liquida aumentar, a quantidade de matéria orgânica que entra no rio Cuiabá supera o efeito diluidor do volume d'água, que esperávamos melhorar a qualidade da água (Tabela 5) (PEREIRA-SILVA et al., 2011).

Tabela 6 - Resultado do Índice (IQA CETESB) e dos nove parâmetros de qualidade do rio Cuiabá no período da úmida, conforme fórmulas disponibilizadas pela National Sanitation Foundation Institution.

Parâmetro	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi^w	qi^w máximo possível (=100^w)	Porcentagem do qi^w máximo possível (%) (nota/(qi máx poss))
CT	**9121,00**	9,30	0,15	**1,40**	2,00	**70,0%**
pH	**6,90**	90,30	0,12	**1,72**	1,74	**98,8%**
DBO5	**5,47**	81,40	0,10	**1,55**	1,58	**98,0%**
N	**0,00**	100,00	0,10	**1,58**	1,58	**100,0%**
P	**0,00**	99,00	0,10	**1,58**	1,58	**99,9%**
TEMP	**27,40**	94,00	0,10	**1,58**	1,58	**99,4%**
TB	**170,43**	5,00	0,08	**1,14**	1,45	**78,7%**
ST	**170,65**	77,90	0,08	**1,42**	1,45	**98,0%**
OD	**8,40**	95,70	0,17	**2,17**	2,19	**99,3%**

IQA = 51

O índice de qualidade de água apresentou diferenças espaciais (pontos de coleta) tanto no período de úmidas quanto de seca, sendo perceptível um gradiente de redução da qualidade da água de montante para jusante (Quadro 2).

No ponto 1 o IQA foi classificado “Regular ou Aceitável” no período de úmidas e “Bom” na seca; no ponto do 2 o IQA manteve-se como “Regular ou Aceitável” nas úmidas e “Bom” na seca. Nos pontos 3, 4 e 5 o IQA foi classificado como “Ruim” no período úmido e manteve-se “Bom” na seca (Quadro 2).

Bollmann & Edwiges (2008) afirmam que a diminuição dos valores do IQA resultam do efeito conjunto de fontes pontuais e difusas de poluição, como por exemplo, o crescente acúmulo de matéria carbonácea oriunda de esgotos domésticos lançados no rio e seus tributários, e o aumento da área de drenagem contribuinte ao ponto de monitoramento e que as variáveis componentes da sua estrutura, principalmente a DBO, Nitrogênio, Fósforo, Coliformes Fecais, Turbidez, Sólidos Totais, são características de despejos orgânicos comumente lançados em rios urbanos.

O resultado ainda demonstra certa similaridade entre os pontos 1 e 2 tanto no período de umidade como de seca (Regular/Aceitável e Boa; respectivamente), bem como os pontos 3, 4, 5 (Ruim e Bom; respectivamente), indicando que o gradiente crescente de poluição ocorre somente no período de úmidas, mas a similaridade entre os pontos coincide com o resultado da Análise de agrupamento e ordenação (Figuras 4 e 5).

De acordo com o Relatório de Monitoramento da Qualidade da água Hidrográfica do Paraguai 2012-2014 realizado pela Secretaria de Estado de meio Ambiente de Mato Grosso – SEMA/MT (MATO GROSSO, 2016), nos últimos três anos a qualidade de onze rios da bacia hidrográfica do Paraguai piorou, entre eles o rio Cuiabá, dos 37 trechos estudados, vinte apresentaram a qualidade da água “Regular”, quatorze como “Bom” e três foram considerados “Ruim”, o trecho do rio Cuiabá situado no rio Coxipó apresentou o IQA como “Ruim” (MATO GROSSO, 2016), ou seja, vindo de encontro com o resultado encontrado em nosso estudo, pois, o ponto 5, na Comunidade São Gonçalo Beira Rio, está localizada após o rio Coxipó.

O Relatório da SEMA/MT demonstra ainda que entre 2013 e 2014 a localidade da Passagem da Conceição que fica em frente à Comunidade Sucuri (ponto 1) teve como resultado na variação espacial (úmido e seca) oscilando entre “Regular” na seca e “Ruim” na úmida; e na estação coletada nas proximidades do córrego Mané Pinto (ponto 3) apresentou “Boa e Regular” na seca e “Regular e Ruim” na úmida, assim, de certa maneira, bastante similar com que encontrado em nossa pesquisa.

Quadro 2 – Classificação do IQA dos pontos amostrais da água coletada no rio Cuiabá considerando a variação temporal (úmido e seca).

Pontos	IQAúmida	IQAseca
1	57 (Regular)	87 (Bom)
2	64 (Regular)	86 (Bom)
3	50 (Ruim)	81 (Bom)
4	49 (Ruim)	77 (Bom)
5	50 (Ruim)	73 (Bom)

Fonte: Mato Grosso, 2016.

4.4 SIMILARIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO CUIABÁ NO PERÍMETRO URBANO DE CUIABÁ

A Análise de Agrupamento a partir dos nove parâmetros de qualidade de água utilizados no IQA/NSF demonstrou de forma geral, maior similaridade entre os pontos 1 e 2 bem como entre os pontos 3, 4 e 5 tanto no período de úmidas quanto de seca (Figura 4). Essa similaridade entre os pontos de coleta de água do rio Cuiabá reflete as semelhanças na composição química e biológica decorrentes da variabilidade espacial e temporal.

Os pontos mais a montante (1 e 2) a priori estão em um ambiente mais preservado, uma vez que ficam afastados do perímetro urbano de Cuiabá, com baixa densidade demográfica, presença de mata ciliar e esgoto despejados em sua maioria em fossas negras.

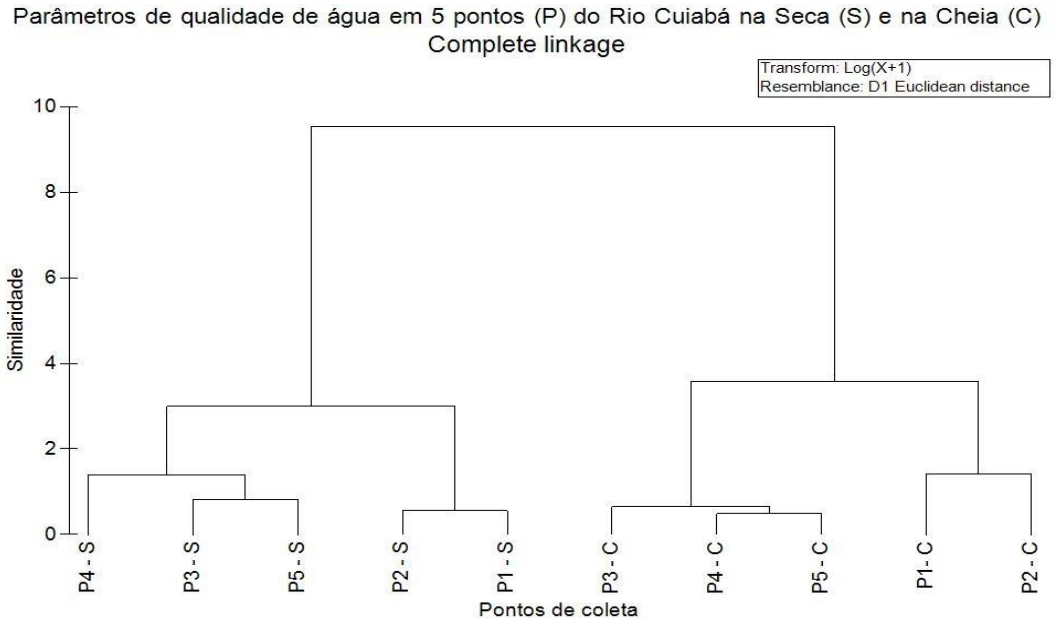


Figura 4 – Análise de agrupamento realizada a partir dos parâmetros de qualidade de água utilizado para o cálculo do IQA do rio Cuiabá, demonstrando as relações temporais (úmido e seca) e espaciais (pontos de coleta).

A análise de ordenação dos pontos amostrais para o período de umidade e de seca demonstrou de forma geral, maior semelhança entre os pontos 1 e 2 e entre os pontos 3, 4 e 5 para ambos os períodos, separando os pontos mais montante dos mais a jusante. A menor distância entre os pontos mais a montante (1 e 2) e dos mais a jusante (3, 4 e 5) são decorrentes das variáveis coliformes totais, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido que foram maiores no período de úmida, enquanto que o pH, nitrato e fósforo foram maiores na seca.

O baixo IQA do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá na variação temporal dos pontos de montante a jusante, possibilitam que a gestão pública municipal possa planejar melhorias nas redes de distribuição de efluentes ao longo do percurso, através da construção de novas ETEs, bem como elevatórias de captação de esgotos nos diversos córregos que desaguam no rio, com o aumento na capacidade de operação das ETEs existentes no município para capacidade máxima possível.

5 CONCLUSÃO

A avaliação dos parâmetros do Índice de qualidade de água do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá demonstrou que:

- Há uma concentração maior de poluentes no perímetro urbano do rio Cuiabá no período de úmida, diferentemente do que esperávamos, pois apesar da descarga de efluentes ser semelhante em ambos os períodos, o aumento do volume do rio Cuiabá no período úmido não causa diluição desses efluentes, mas carreia matéria orgânica, interferindo diretamente nos parâmetros que compõem o índice de qualidade de água – IQA. Desta forma, com exceção do pH que teve alta na seca, os outros parâmetros aumentaram no período úmido, com diferenças significativas relacionadas ao carreamento de matéria orgânica e possivelmente produtos químicos advindos do solo para rio através da úmida.
- Em relação aos pontos amostrais percebe-se que a relação montante-jusante esperada foi observada, ou seja, os pontos 1 e 2 mais a montante (Sucuri e Ribeirão do Lipa) apresentaram melhor qualidade de água em relação aos pontos mais a jusante (3, 4 e 5; Porto, Caís e Comunidade São Gonçalo Beira Rio, respectivamente) relacionados a descargas de efluentes e carreamento de material em suspensão.
- Quanto ao índice de Qualidade de Água – IQA/NSF no perímetro urbano do rio Cuiabá, no período de umidade a qualidade de água foi menor, sendo classificada como “Regular ou Aceitável” em relação ao período de seca (“Boa”), provavelmente devido ao aumento de material em suspensão. Diferenças espaciais (pontos de coleta) foram obtidas para o IQA/NSF tanto no período de umidade quanto de seca, sendo perceptível um gradiente de redução da qualidade da água de montante para jusante.
- Este gradiente de redução da qualidade de água de montante para jusante, sobretudo no período de úmidade, foi corroborado pela análise de agrupamento e ordenação, comprovando que o lançamento de efluentes na região central de Cuiabá e fontes difusas de poluição (matéria orgânica assoreada, por exemplo) comprometem a qualidade de água nas estações de captação. Assim, observamos maior similaridade entre os pontos de coleta mais a montante (1 e 2) e entre os pontos mais a jusante (3, 4 e 5), nas diferentes datas amostrais (úmido e seca) e a separação destes em relação aos parâmetros utilizados para o cálculo do IQA/NSF.

- Podemos concluir ainda que, os resultados alcançados atendem a normatização da Resolução Conama 357/2005 quanto á análise dos nove parâmetros estudados, por mais que haja uma variação alta entre a variação temporal (úmido e seca) no índice de qualidade de água do rio Cuiabá nos cincos pontos de coleta, percebe-se que essa variação é em decorrência do carreamento do solo para o leito do rio no período úmido, combinado com a degradação da mata ciliar e bem como do aumento populacional na área urbana de Cuiabá onde a descarga de efluentes in natura sem nenhum tipo de tratamento é lançado diariamente no rio Cuiabá.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Faz-se necessário o planejamento e aplicação de ações para minimizar os impactos ambientais no rio Cuiabá no perímetro urbano da cidade de Cuiabá, criando um banco de dados de locais que estão degradados ou sofrem descarga de efluentes in natura, com vista a aplicar medidas efetivas de recuperação da qualidade ambiental do local.
- A gestão pública, juntamente com a sociedade civil, deve criar um programa de recuperação das matas ciliares, dos córregos e do efluente do rio Cuiabá (rio Coxipo).
- A Prefeitura de Cuiabá deve construir novas estações de tratamento de esgoto que passem a operar eficientemente, de forma a buscar a melhoria da qualidade das águas do rio Cuiabá.
- Elaboração de campanhas de Educação Ambiental, para conscientizar a população das cidades que margeiam o rio Cuiabá, dos impactos negativos ao meio ambiente aquático decorrente do lançamento diretamente de resíduos no solo.

6 BIBLIOGRAFIAS

6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2015.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S**.** Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. V.18. N. 2. Rio de janeiro: **Eng Sanit Ambient**, P. 115-122, abr/jun 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALT ASSOCIATION. **APHA Method 4500-H: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, D.C: The Executive Director Office of The Federal Register, 1992.

ANA – Agência Nacional das Águas. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002. 32f.

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.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2013. 121 p. ; il. -- (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos; v.3).

ARSEC – AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DE CUIABÁ. **Relatório da evolução dos indicadores de qualidade:** abastecimento de água e esgotamento sanitário de Cuiabá – MT – Ano 3 da concessão. 2015. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/storage/webdisco/2016/01/19/outros/b0c84b7f4944b80bfe03c44fbe603d0c.pdf>. Acesso em: 10 abr 2016.

AUTOMARE, M. M. Água: a escolha da ciência. São Paulo: **Estudos Avançados**, Universidade de São Paulo, P. 103-114, 2015.

BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. Rios e cidades: uma longa e sinuosa historia. V. 20. N. 2. Belo Horizonte: **Rev. UFMG**, P. 124-153, jul./dez. 2013.

BESEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RODRIGUEZ, A. C.; BRASIL, A. L. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

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.

BERTOLDO, D. C.; SCHONS, D. C.; SANTOS, C. R.; VEIGA, T. G.; SZYMANSKI, N. Análises físico-químicas das águas do rio do Ouro, em Ouro Verde do Oeste – Paraná. **Iniciação Científica CESUMAR** - jul./dez. 2014, v. 16, n. 2, p. 147-154 - ISSN 1518-1243.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil:** análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

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**, Pp. 153-175, Jul/Dez 2012.

BOLLMANN, H. A.; EDWIGES, T. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. V.13. Nº. 4. Rio de Janeiro: **Eng. sanit. ambient**. out/dez 2008, P. 443-452.

BORGES, A. **As Principais Legislações e normas e suas consequências ao meio ambiente. 2014**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfD4oAJ/trabalho-pronto-ciencias-ambiente>, Acesso em: 20 jun. 2015.

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, M. **Nível do rio Cuiabá**. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/ssn-6/altura_cuiaba.pdf>. Acesso em: 13.11.2015.

BRASIL, M. C. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.: il.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014. 112p.

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.: il.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013. (http://dx.doi.org/10.4136/ambi-água.930).

CABRAL, T. L.; CABRAL, I. L. L.; ZEILHOFER, P. Inferência sobre a demanda d'água na bacia do rio Cuiabá-MT em relação à produção de soja, milho e a pecuária. Cuiabá: **RMGE – Revista Mato-Grossense de Geografia**, P. 106-123, jan/jun 2013.

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. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM ISSN : 22361170.

CAMPOS NETO, A. A. **Estudo Bioclimático no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso.** 2007. P. 58-59. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Cuiabá, 2007.

CARVALHO, L. A.; ESPINDULA, D. H. P. Vozes da seca: representações da transposição do Rio São Francisco. Rio de Janeiro: **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, P. 135-151. 2011.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo. Relatório 2008**. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/água/águas-superficiais/35-publicacoes-/-relatorios>. Acesso em 25 mar. 2015.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/águas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 29 jan 2016.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014. 1 arquivo de texto (434 p.): il. color. PDF; 40 MB. (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

CHELLA, M. R.; FERNANDES, C. V.S.; FERMIANO, G. A.; FILL, H. D. Avaliação do Transporte de Sedimentos no Rio Barigüi. V. 10. N.3. Paraná: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, P. 105-111, 2005.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Primer v6: User Manual/Tutorial**. Plymouth: PRIMER-E. 2006.

COLET, K. M. **Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial na bacia do córrego do Barbado, Cuiabá-MT**. 2012. Xv, 134 f. : il. color. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

CONTI, J. B. Considerações Sobre as Mudanças Climáticas Globais. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia – USP**, P. 2, 2005.

CORTES, P. L.; TORRENTE, M.; ALVES FILHO, A. P.; DIAS, A. G.; NEVES, S. S.; RODRIGUES, R. **Falta de planejamento estratégico e a crise de abastecimento de água em São Paulo**. Rio de Janeiro: **XXXVIII Encontro da ANPAD**, 13 a 17 de novembro de 2014.

COSTANTIN, A. M.; MUSA, C. I.; GRILLO, H. C. Z.; BARBOSA, L. N.; RIKILS, V. S. S.; OLIVEIRA, E. C.; SANTANA, E. R. R. Análise da qualidade da água de quatro pontos do rio Taquari próximos à barragem/eclusa de Bom Retiro do Sul, Rio Grande do Sul. **Revista Destaques Acadêmicos,** V. 6, N. 4, 2014 - Cetec/Univates.

CUIABÁ, P. M. Perfil Socioeconômico de Cuiabá. V. 2. Cuiabá: **Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano – IPDU**, 2008.

CUIABÁ, P. M.. **Plano Plurianual – PPA - 2010 / 2013**. Cuiabá: Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão, Diretoria de Planejamento e Programação Orçamentária, 2012.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C. Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos – estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP). V.15. N. 4. Rio de janeiro: **Eng Sanit Ambient**, P. 337-346, out/dez 2010.

DAMO, R.; ICKA, P. Evaluation of Water Quality Index for Drinking Water. **Pol. J. Environ. Stud**. V. 22. N. 4. 2013, P. 1045-1051.

DANTAS, F. V. A.; LEONETI, A. B.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; OLIVEIRA, M. M. B. Uma análise da situação do saneamento no Brasil. V.15. N. 3. Franca: **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, P.272-284, set/out/nov/dez 2012.

DINIZ, G. L.; CAMPOS FILHO, L. F. M. Contaminação metropolitana do Rio Cuiabá: modelagem e simulação de cenários. Campinas: **Biomatemática IMECC – UNICAMP**, P. 93-102, 2010.

DUARTE, F. Rio **Cuiabá perdeu relevância quando estradas chegaram**. Disponível em: <http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/9/materia/238548>. Acesso em: 13 nov. 2015.

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.

DUTRA, F. M.; FERRAZ, D. R.; HERMES, C. A.; MACHADO, W. J.; ZANETE, H. R. **Avaliação da qualidade físicoquímica da água no rio itapemirim no período úmido e seco (2010)**. Unioeste, Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/RESUMOS/147_1269889148_RESUMO.pdf>, Acesso em: 20 mar. 2015.

FEITAL, J. C. C.; SPERS, E. E.; NOVAES NETTO, A. F.; SPERS, V. R. E.; PONCHIO, M. C. **O Consumo Consciente da Água: um Estudo do Comportamento do Usuário Doméstico**. Curitiba: **III Encontro de Marketing da AMPAD**, 14 a 16 de maio de 2008.

FEMA/MT - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO. **Relatório da Qualidade da água dos principais rios da Bacia do Alto Paráguai:** Resultados Preliminares 1º Semestre/95. Cuiabá: FEMA, 1995.

FERREIRA, A. CUNHA, C. Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro, Brasil. Washington: **Rev Panam Salud Publica**, 2005; 18(1):93–99.

FERREIRA, E. P.; PANTALEÃO, F. S. Gestão operacional em estação de tratamento de água no Modelo do programa de autogestão comunitária. V. 8. N. 14. Goiânia: **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, p. 1 2 7 8-1290, 2012.

FIGUEIREDO, S. B. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do rio Cuiabá-MT aplicando análise multivariada.** 2012. 140 f. : il. Color, 30 cm. 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.

FIGUEIREDO, D. M.; SALOMÃO, F. X. T. **Bacia do Rio Cuiabá**: uma abordagem socioambiental. Cuiabá, MT: Entrelinhas: EdUFMT, 2009. 216 p.

FINAZZI, A. E. M. **Análise sensitiva do índice de qualidade de água IQACCME**. 2012. 105 f. : il. Color. ; 30 cm 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.

FONSECA, H. S.; SALVADOR, N. N. B. Estudo integrado da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Bonito em Descalvado – SP. V. 64. N. 2. São Paulo: **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**, 2005.

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.

FREITAS, E. V. C.; BARRETO, F. M. S; NUNES, A. B. A; ALENCAR, M. F. **Índice de Qualidade da Água Bruta do Açude Gavião – Município de Pacatuba**. **26º**

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (2011).

GOMES, A. Legislação ambiental e direito: um olhar sobre o Artigo 225 da constituição da república federativa do Brasil. Ano VIII. N. 14. Garça: **Revista Científica Eletrônica de Administração**, Junho de 2008.

GONÇALVES, K. G.; PASA, M. C. O saber local e as plantas medicinais na comunidade sucuri, Cuiabá, MT, Brasil. V.14. N. 2. Cuiabá: **Biodiversidade**, P. 50-73, 2015.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades:** Ruptura e Conciliação. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

GRASSI, M. T. **As águas do Planeta Terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição especial – Maio 2001.

GRZYBOWSKI, G. T. **Conforto Térmico nas Escolas Públicas em Cuiabá – MT**. 2004. Vii, 97p. : il. ; color. P. 24. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, 2004.

HE, C; TIAN, J.; SHI, P.; HU, D. Simulation of the spatial stress due to urban expansion on the wetlands in Beijing, China using a GIS-based assessment model.Landscape and Urban Planning. v. 101, p. 269 – 277. 2011. **Elsevier**. Disponível em: <http://wordpress.clarku.edu/jietian/files/2012/09/2011-Landscape-and-Urban-Planning.pdf>. Acesso em : 25 set. 2015.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no brasil agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. V. 7. N.4. Porto Alegre: **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, P. 75-95, Out/Dez 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Brasil Já Tem Mais de 180 Milhões de Habitantes. Disponível em** <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=207>**. Acesso em 10 jan. 2015.**

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. V. 25. N. 71. São Paulo: **Estudos Avançados**, P. 135-158, 2011.

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 (e-ISSN: 2236-1170)**, P. 1713-1721, SET-DEZ, 2012.

KREISCHER, T. C. V.; GONÇALVES, D. M. M.; VALENTINI, C. M. A. Aspectos Hidroambientais do Córrego Barbado em Cuiabá-MT. Ano 28. V. 1. **HOLOS**. 2012. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/697/521>. Acesso em:

20 fev. 2015.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=83361&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=30/07/2015&mRelDtFim=07/08/2015&mAtributos=,1,,,,,,,1,,,,1,1,1,>. Acesso em: 10 set. 2015.

KOCHHAR, Kalpana; PATTILLO, Catherine; SUN, Yan; SUPHAPHIPHAT, Nujin; SWISTON, Andrew; TCHAIDZE, Robert; CLEMENTS, Benedict; FABRIZIO, Stefania; FLAMINI, Valentina; REDIFER, Laure; FINGER, Harald. **Is the Glass Half Empty or Half Full? Issues in Managing Water Challenges and Policy Instruments**. International Monetary Fund Strategy, Policy, and Review Department, African Department, Fiscal Affairs Department, Middle East and Central Asia Department. June 2015. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2015/sdn1511.pdf>. Acesso em 05 fev 2016.

LEITE, A. C. G. M.; GUEVARA, A. J. H. **A sustentabilidade empresarial, social e as fontes de energias**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2013. (BISUS - Boletim de Inovação e Sustentabilidade).

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

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água.** Campinas, SP: Átomo. 2005.

LIBOS, M. I. P. C.; LIMA, E. B. N. R. **Impactos das contribuições de efluentes domésticos e industriais na qualidade da água na bacia do rio Cuiabá – perímetro urbano**. Vitória: **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2002.

LIBOS, M.; NICÁCIO, R. M.; TEMPONI, L. M.; ROTUNNO FILHO, O. C. **Covariabilidade interanual entre a vegetação e o clima na bacia hidrográfica do rio Cuiabá - MT. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4739-4746.

LIMA, J. E. F. W. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2001. 46p. (Documentos/Embrapa Cerrados, ISSN 1515-5111; n. 33).

LIMA, R. G. **Tratamento descentralizado de efluentes como alternativa a despoluição dos recursos hídricos da região metropolitana de Aracajú/SE**. 2008. Xiii, 113 f. : il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na**

Bacia do Rio Cuiabá. 2001. 184 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Gestão sustentável dos recursos naturais:** uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013. 326 p. : il.

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 Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, 2009.

LUÍZ, Â. M. E.; PINTO, M. L. C.; SCHEFFER, E. W. O. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio taquaral, São Mateus do Sul-PR**. Curitiba: RA´E GA 24, Departamento de Geografia – UFPR, P. 290-310, 2012. Disponível em <www.geografia.ufpr.br/raega/,>. Acesso em: 10 jul. 2015.

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

MAITELLI, G. T. Hidrografia. In: MORENO, G. & HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso**. Cuiabá, Entrelinhas. 2005.

MAITELLI, G. T.; CHILETTO, E. C.; JUNIOR, N. L. de A. **Intensidade da ilha de calor em Cuiabá/MT, na estação chuvosa**. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais. Fortaleza/CE: UFCE, 2004.13 p.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. V.22. N. 63. São Paulo: **Estudos Avançados**, P. 83-96, 2008.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. V. XI. N. 1. Campinas: **Ambiente & Sociedade**, P. 67-79, 2008.

MARQUEZI, M. C. **Comparação de metodologias para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água**. 2010. 113 p. il. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

MATO GROSSO, Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, Superintendência de Monitoramento de Indicadores Ambientais. **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paráguai – 2007 a 2009**. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et all. - Cuiabá: SEMA/MT; SMIA, 2010.

MATO GROSSO (Estado), Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA,

Superintendência de Geoinformação e Monitoramente Ambiental. **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paráguai – 2010 e 2011**. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et al. - Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 2014.

MATO GROSSO (Estado), Secretaria de Estado do Meio Ambiente – 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.

MATO GROSSO (Estado). Bacia do Paraguai: Relatório aponta piora na qualidade da água de 11 rios. 2016. Disponível em <**http://www.mt.gov.br/-/3044247-relatorio-aponta-piora-na-qualidade-da-agua-de-11-rios**>. Acesso em 05 fev 2016.

MATOS, A. T. **Práticas de qualidade do meio físico e ambiental**. Viçosa: AEAGRI, 2004. 64 p. (Série Caderno Didático n. 34).

MAY, S.; PRADO, R. T. A. **Estudo da qualidade da água de úmida para consumo não potável em edificações**. São Paulo: **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 18-21 julho 2004, ISBN 85-89478-08-4.

MENDES, M. A.. **História de Mato Grosso e Geografia de Mato Grosso**. 3. Ed. Cuiabá: Editora Cafarnaum, 2009.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Organizadores). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB, CNPQ, 2012.

MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I., **Água na indústria - Uso racional e reuso**. São Paulo, Oficina de Textos, 2005.

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.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Estruturação Institucional da Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos**. BRA/OEA/01/002. Relatório Parcial – Caracterização das Unidades Naturais e Configuração Atual dos Tipos de Uso/Ocupação da Terra do Estado de Mato Grosso. 2007. Disponível em <http://www.sema.mt.gov.br/PERH/arquivos/diagnostico/caracterizacao_das_unidades_natuaris_%20usos_ocupacoes.pdf>. Acesso em 16 jun. 2015.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos:**

Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Brasília: MMA, 2012.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. São Paulo: **Rev Saúde Pública**, 2002; 36(3): 370-374.

MORAES, V. R.; CARNEIRO JR.; J. J.; VALENTINI, C. M. A.; FARIA, R. A. P. G. Caracterização dos modelos de esgotamento sanitário na comunidade São Gonçalo Beira Rio, Cuiabá, MT. V.12. N. 1. Cuiabá: **Biodiversidade**, P. 60-73, 2013.

MORESCHI, I. C.; PAES, R. P.; CALHEIROS, D. F. Poluição Difusa na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. **E&S - Engineering and Science** (2015). Volume 2, Edição 4. 2015, ISSN: 2358-5390 DOI: 10.18607/ES20154042.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. (Organizadores). **Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB; Ministério do Meio Ambiente. 2010. 344p. Edição Bilíngue.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso** – Território, Sociedade, Meio ambiente. 1 ed. Cuiabá: Entrelinhas. 2005. 296p.

MOTA, S. Urbanização e meio ambiente. 3.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 356 p.

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.

NEUTZLING, I. (org.). Água: bem público universal. São Leopoldo: **UNISINOS**, 2004, 143p.

NORA. G. D.; GARCIA NETTO, L. R. Características políticas e naturais dos recursos hídricos no estado de Mato Grosso. V. 3. N. 4. Manaus: **Revista Geonorte**, Edição Especial**,** p. 692-702, 2012.

NOZAKI, C. T.; MARCONDES, M. A.; LOPES, F. A.; SANTOS, K. F.; LARIZZATTI, P. S. C. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. **Atlas de Saúde Ambiental – ASA**. V. 2. N. 1, Jan/Abr. – 2014. ISSN: 2357-7614.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário:** coleta transporte tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

OLIC, N. B. **A questão da água no mundo e no Brasil**. Disponível em <http://fefisa.com.br/home/images/stories/questao_água_mundo_brasil.pdf>. Acesso em 14 jun. 2015.

OLIVEIRA, J. I.; LUCAS FILHO, M. (2003) "**Caracterização do consumo per capita de água na cidade de Natal: uma análise socioeconômica**". **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Joinville, ABES, 1CD ROOM. 10p.

OLIVEIRA, L. N. **Estudo da variabilidade sazonal da qualidade da água do rio Poti em Teresina e suas implicações na população local**. 2012. 113 f. : il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

OLIVEIRA, M.. **Rio Cuiabá Vai Morrer nos Próximos Vinte Anos**. Cuiabá: Jornal A Gazeta (23/08/00). Disponível em <www.gazetadigital.com.br>. Acesso em 10 jan. 2015.

OLIVEIRA, N. M.; SILVA, M. P.; CARNEIRO, V. A. Reuso da água: um novo paradigma de sustentabilidade. V.2. N.1. Porangatu: **Élisée, Rev. Geo. UEG**, P.146-157, jan./jul. 2013.

ORIGINLAB CORPORATION. **OriginPro 8.5. Software**. Northampton: Originlab Corporation. 2011.

PATRÃO, W. C. F. **Estudo teórico e experimental da dissolução de partículas de NaCl no escoamento em salmoura**. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química, Tecnologia Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

PIGNATTI, M. G.; CASTRO, S. P. **A Fragilidade/Resistência da Vida Humana em Comunidades Rurais do Pantanal Mato-grossense, MT, Brasil.** Cuiabá: Instituto de Saúde Coletiva - Universidade Federal de Mato Grosso. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/csc/v13n1/12.pdf>. Acesso em 10 jan 2015.

PIMENTA, A. B. **Os agentes ambientais e a logística reversa dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Juiz de Fora – MG**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. V. 1. N. 1. Campo Mourão: **Rev. GEOMAE**, P.69 – 82, 1º Sem 2010, ISSN 2178-3306.

POONAM, Tirkey; TANUSHREE, Bhattacharya; SUKALYAN, Chakraborty. Water quality indices- important tools for water quality assessment: a review. **International Journal of Advances in Chemistry (IJAC)**. V.1, N.1, November 2013.

POSSAVATZ, J.; ZEILHOFER, P.; PINTO, A. A.; TIVES, A. L.; DORES, E. F. G. C. Resíduos de pesticidas em sedimento de fundo de rio na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá, Mato Grosso**.** V. 9. N. 1. Taubaté: **Rev. Ambient. Água**, Jan./Mar., 2014.

PRZYBYSZ, L. C. B. **A gestão de recursos hídricos sob a ótica do usuário de saneamento: estudo de caso da bacia do Alto Iguaçu a gestão de recursos hídricos sob a ótica do usuário de saneamento:** estudo de caso da bacia do Alto Iguaçu. 2007. Dissertação (Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2007.

RESENDE, E. K. **Pulso de inundação –** processo ecológico essencial à vida no Pantanal (2008). Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/b5db2b66047bd7e134aaa61107976882_2822b78d2212eb5f4a21c17df61db526.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.

REYMÃO, A. E.; SABER, B. A. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: Duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste brasileiro sob a óptica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. V. 12. Morelia, Michoacán, México: **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, P. 1-15, 2009.

RIBEIRO, P. C. **Análise de fatores que influenciam a proliferação de cianobactérias e algas em lagoas de estabilização**. 2007. Dissertação (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Campina Grande, 2007.

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

RIVERA, E. A. C.. **Modelo sistêmico para compreender o processo de eutrofização em um reservatório de água**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2003.

RODRIGUES, B.; FELIPPE, M. G.; ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Alterações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em água causada por preparações homeopáticas**. **IV Fórum Regional de Agroecologia "Semeando oportunidades, colhendo um futuro"**, 9 a 11 de junho de 2011.

PEREIRA-SILVA, E. F.; PIRES, J. S. R.; HARDT, E.; SANTOS, J. E.; FERREIRA , W. A. Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **R. bras. Bioci**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 371-381, jul./set. 2011.

PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L.; FERNANDEZ, F. A. S. **Oecologia Brasiliensis – Volume II:** Tópicos em Tratamento de Dados Biológicos. Rio de Janeiro: Programa de Pós-graduação em Ecologia – Instituto de Biologia – UFRJ, P. 27-55, 1995.

SAFFORD, T. G. **Bacia do Rio Cuiabá (2001).** Cuiabá: Diretoria de Recursos Hídricos da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA). Disponível em

<http://www.marcadágua.org.br/bacia11.htm>. Acesso em 10 jan. 2015.

SALES, J. **Dia Mundial do Meio Ambiente:** 80% dos Córregos Viraram Esgoto e Crescimento Representa Mais Riscos. Cuiabá: Jornal a Gazeta. P. 4 e 5. 2009.

SANTANA, J. E. S.; VALENTINI, C. M. A.; SILVA, R. P.; OLIVEIRA, E. M.; SANTANA, W. M. **Avaliação dos impactos ambientais no entorno do córrego do Cajú em Cuiabá/MT, com a utilização de parâmetro OD e medida de vazão**. Belo Horizonte: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 24 a 27/11/2014.

SCANTIMBURGO, A. L. Políticas públicas e desenvolvimento sustentável: Os limites impostos pelo capitalismo no gerenciamento e preservação dos recursos hídricos no Brasil. Ano V. N. 7. Marília: **Aurora**, Janeiro de 2011.

SAYDELLES, A. P. **Estudo do Campo Térmico e das Ilhas de Calor Urbano em Santa Maria- RS.** 2005. Xv, 219f. : il. P. 192. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SILVA, E. A. **Água de Consumo Humano: Escassez na Abundância e Contaminação Microbiológica nos Períodos de Cheia e Seca do Pantanal de Mato Grosso.** 2007. 151p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Instituto de Saúde Coletiva - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

SILVA, E. R. **Um percurso pela história através da água: passado, presente, futuro**. Porto Alegre: **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2000.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das úmidas. V. 14. N.1. Taubaté: **Revista Biociencias, Unitau**, 2008.

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.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2004.** (2005). Brasília, MCIDADES. SNSA, 434p: mapas, tabelas.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). V. 42. N. 3. Manaus: **Acta Amazônica**, 2012.

SOUSA, T. G. S. **Água potável garantia de qualidade de vida (2002)**. Disponível em:<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/evento2002/GT.15/GT15_3_2002.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2015.

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. ISSN 2179-5746.

SYSTAT 13 FOR WINDOWS, 2009. **Systat Software, Inc**. Chicago, Illinois, USA.

TRATA BRASIL. **Cuiabá e Várzea Grande estão entre as piores em saneamento**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/cuiaba-e-varzea-grande-estao-entre-as-piores-em-saneamento>. Acesso em: 04 mar 2016.

TAVARES, B. S. **Qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Una – Pernambuco**. 2014. 110 f.:il. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2014.

TAKIYAMA, L. R; SILVA, A. Q.; COSTA, W. J. P.; NASCIMENTO, H. S. **Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú**. In: Takiyama, L.R. ; Silva, A.Q. da (orgs.). Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, 2003, p.81-104.

TOLEDO, L. G.; Nicolella, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. V. 59. N. 1. Piracicaba: **Scientia Agricola**, P.181-186, jan./mar. 2002.

TORQUATO JR, H.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; PIMENTEL, I. M. C.; MENEZES, A. C. V.; OMENA, S. P. F. **Demanda de água nos processos indústriais de açúcar e álcool**. 2012. Monografia (Curso de Graduação de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

TRENTIN, P. S.; BOSTELMANN, E. **Programa Interlaboratorial para Sólidos Totais, Dissolvidos e em Suspensão em Amostras de Água**. Dezembro de 2010. Disponível em: <http://banasmetrologia.com.br/wp-content/uploads/2012/01/Programa-Interlaboratorial.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 2 Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005, 643p.

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

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4**. 2012. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002154/215491por.pdf>, acesso em: 25 jun. 2015.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Guia de Apresentação de Teses**. 2 Ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública. P. 13-16. 2006.

VASCONCELOS, V. M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. V. 6. N. 2. Taubaté: **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 2011.

VASCONCELOS, S. M. S.; SERAFINI, A. B. Ocorrência de indicadores de poluição no rio Meia Ponte e ribeirão João Leite, Goiás: coliformes totais e fecais. V. 31. N. 2. Goiânia: **Rev. Patol. Trop.**, P. 175-193, 2002.

VERIATO, M. K. L.; BARROS, H. M. M.; SOUZA, L. P.; CHICÓ, L. R.; BAROSI, K. X. L.. Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. V. 10. , N. 5 (Especial). Pombal: **Revista Verde**, P. 17 - 22, Dez., 2015.

VIANA, L. G.; DIAS, D. F. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; MOREIRA, M. A. C. Índice de qualidade da água (IQA) da lagoa do Taí, São João da Barra, RJ. V. 7. N. 2. Campos dos Goytacazes: **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, P. 199-219, jul./dez. 2013.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. N. 67. Florianópolis: **Seqüência**, P. 165-198, dez. 2013.

WOLMUTH, L. D. & DINIZ, G. L. (2005). **Contaminação do rio Cuiabá por esgoto**. Relatório técnico, disponível em: <http://www.ufmt.br/icet/matematica/geraldo/relat 2005 1.pdf>, Acesso em: 30 set. 2015.

ZAGO, V. C. P. A valoração econômica da água - uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul**.** V. 8. N. 1. Campo Grande: **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, p. 27-32, Mar. 2007.

ANEXOS

MÉTODO STANDARD METHODS

Todas as determinações analíticas foram realizadas através do Método Standard Methods. Os pesos relativos dos parâmetros do IQA/NSF (MATO GROSSO, 2016) são:

Parâmetros	Pesos Relativos (wi)
Oxigênio dissolvido mg/L	0,17
Coliformes fecais (NMP/100mL)	0,17
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5/20}$) mg/L	0,10
Fosfato Total (mg/L)	0,11
Nitrogênio/Nitrato (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

A Classificação do IQA será:

Faixas de IQA	Classificação da Qualidade da Água
0 – 25	Péssima
26 – 50	Ruim
51 – 70	Regular
71 – 90	Boa
91 – 100	Ótima

Fonte: CETESB (2008).

CONDIÇÕES PADRÕES DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 E VALORES ENCONTRADOS NA PESQUISA REALIZADA NA VARIAÇÃO TEMPORAL (ÚMIDO E SECO) E ESPACIAL (PONTOS DE COLETA) NO RIO CUIABÁ

Resolução Conama 357/2005	Valores Encontrados na pesquisa (Média)	
	Úmida	Seca
Coliformes termotolerantes (1.000 NMP/100mL)	9.120,5	18,916
pH (de 6 a 9)	6,80	7,83
Turbidez (até 100 NTU)	217,80	10,73
ST (mg/L)	212,39	68
N (0,10 mg/L)	0	0,03
OD (até 500 mg/L)	8,6	5,97
DBO (não inferior a 5 mg/L)	4,84	4,78
P (0,10 mg/L)	0	0,03
Temp (ºC)	27,45	26,35

LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE MEIO AMBIENTE E QUALIDADE DAS ÁGUAS

Legislação	**Descrição**
Constituição da República Federativa do Brasil 1988	
LEIS FEDERAIS	
Legislação	**Descrição**
Lei nº 4.771/65	Institui o novo Código Florestal.
Lei nº 5.197/67	Sobre a proteção à fauna.
Lei nº 6.225/75	Dispõe sobre regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão.
Lei nº 6.803/80	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.
Lei nº 6.902/81	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental.
Lei nº 6.938/81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
Lei nº 7.365/85	Dispõe sobre a fabricação de detergentes não biodegradáveis.
Lei nº 7.643/87	Proíbe a pesca de cetáceo nas águas jurisdicionais brasileiras.
Lei nº 7.661/88	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
Lei nº 7.735/89	Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Lei nº 7.754/89	Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios.
Lei nº 7.797/89	Cria o Fundo Nacional de Meio Ambiente.
Lei nº 7.802/89	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.
Lei nº 8.723/93	Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores.
Lei nº 9.433/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989
Lei nº 9.605/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de

	condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
Lei nº 9.795/99	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Lei nº 9.966/00	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.
Lei nº 9.984/00	Dispõe criação da Agência Nacional de Águas (ANA).
Lei nº 9.985/00	Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
Medida Provisória nº 2.186-16/01	Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição, os arts. 1º, 8º, alínea j, 10, alínea c, 15 e 16, alíneas 3 e 4 da Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização.
Lei nº 10.650/03	Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama.
Lei nº 10.881/04	Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União.
Lei nº 11.105/05	Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB), revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003.
Lei nº 11.284/06	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB).
Lei nº 11.428/06	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
Lei nº 11.460/07	Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação.
Lei nº 11.516/07	Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação

	da Biodiversidade – Instituto Chico Mendes.
Lei nº 11.794/08	Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais.
Lei nº 11.828/08	Dispõe sobre medidas tributárias aplicáveis às doações em espécie recebidas por instituições financeiras públicas controladas pela União e destinadas a ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento e de promoção da conservação e do uso sustentável das florestas brasileiras.
Lei Nº 11.959/09	Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras.
	DECRETOS
Decreto 24.643/34	Código das águas.
Decreto-lei 852/38	Código das Águas.
Decreto-lei 2.848/40	Código Penal Brasileiro.
Decreto 49.974-A/60	Código Nacional da Saúde.
Decreto Federal 50.877/60	Primeira legislação federal específica sobre poluição das águas.
Decreto-lei 221/67	Código de Pesca.
Decreto-lei 303/73	Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental.
Decreto 73.030/73	Cria a Secretaria Especial do Meio Ambiente.
Decreto-Lei nº 1.413/75	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
Decreto-lei 76.389/75	Dispõe sobre medidas de prevenção e controle de poluição industrial.
Decreto nº 76.389/75	Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial.
Decreto nº 84.017/79	Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros.
Decreto 88.351/83	Definição da Política Nacional de Meio Ambiente. Criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
Decreto 91.305/85	Modificação da definição da Política Nacional de Meio Ambiente. Criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
Decreto nº 97.632/89	Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Decreto nº 99.274/90	Dispõem sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
Decreto nº 99.556/90	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
Decreto nº 2.661/98	Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de

	setembro de 1965 (Código Florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais.
Decreto nº 3.420/2000	Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas (PNF).
Decreto nº 3.524/2000	Regulamenta a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente.
Decreto nº 4.136/02	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000.
Decreto nº 4.281/02	Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Decreto nº 4.297/02	Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE).
Decreto nº 4.340/02	Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).
Decreto nº 4.613/03	Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
Decreto nº 5.300/04	Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima.
Decreto nº 5.459/05	Regulamenta o art. 30 da Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, disciplinando as sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado.
Decreto nº 5.583/05	Regulamenta o § 6º do art. 27 da Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003.
Decreto nº 5.591/05	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, que regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição.
Decreto nº 5.746/06	Regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
Decreto nº 5.795/06	Dispõe sobre a composição e o funcionamento da Comissão de Gestão de Florestas Públicas.
Decreto nº 5.975/06	Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº

	6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000.
Decreto nº 6.063/07	Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável.
Decreto nº 6.514/08	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações.
Decreto nº 6.565/08	Dispõe sobre medidas tributárias aplicáveis às doações em espécie recebidas por instituições financeiras públicas controladas pela União e destinadas a ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento e de promoção da conservação e do uso sustentável das florestas brasileiras.
Decreto nº 6.660/08	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
Decreto Nº 6.848/09	Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
Decreto Nº 7.029/09	Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado “Programa Mais Ambiente”, e dá outras providências.
	PORTARIAS
Portaria 013/Minter/76	Estabeleceu pela primeira vez em âmbito federal, um critério de classificação de águas interiores.
Portaria 0536/Minter/76	Fixou, pela primeira vez, padrões específicos de qualidade das águas para fins de balneabilidade ou recreação de contato primário.
Decreto Federal 81.107/77	Definiu o elenco de atividades sobre as quais os Estados não tinham jurisdição, por serem consideradas de interesse à segurança nacional.
Portaria Interministerial 01/78	Recomendava que fossem levadas em conta condições de produção de energia hidrelétrica e de navegação para efeito de classificação e enquadramento de águas federais e estaduais.
Portaria Interministerial 90/78	Criou o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), com atribuições de classificar os cursos de água da União, estudar de forma integrada e acompanhar o uso racional dos recursos hídricos federais com o objetivo de obter o melhor aproveitamento múltiplo de cada bacia.
	RESOLUÇÃO CONAMA
Resoluções CONAMA 01 e	Definiram a obrigatoriedade, o conceito e as diretrizes básicas do

11/86	EIA e RIMA.
Resolução CONAMA 06/86	Aprovou modelos de publicação de licenciamentos diversos para instalação e operação de empreendimentos.
Resolução CONAMA 20/86	Alterou os critérios de classificação dos corpos de água da União, estabelecidos anteriormente pela Portaria Minter 013/76.
Resolução CONAMA 10/88	Estabeleceu competência e objetivos das Áreas de Proteção Ambiental (APAs).
Resolução CONAMA 12/88	Proibiu atividades que possam por em risco a conservação dos ecossistemas, a proteção à biota de espécies raras e a harmonia da paisagem nas Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIES).
Resolução Conama N.º 001/90	Estabelece normas para emissão de ruídos.
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n° 397/2008	Altera o art. 34 da Resolução CONAMA 357/2005.
Resolução CNRH nº 91/2008	Estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CONAMA nº 396/2008	Estabelece o enquadramento das águas subterrâneas.

FORMULA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA – IGA

Parâmetro	Limite mínimo (>)	Limite máximo (≤)	Equação de q_i
Log_{10}(coliformes termotolerantes)	0	1	100 - 33*logC
	1	5	100 - 37,2*logC + 3,60743*logC^2
	5		3
pH	0	2	2
	2	4	13,6 - 10,6*pH + 2,4364*pH^2
	4	6,2	155,5 - 77,36*pH + 10,2481*pH^2
	6,2	7	-657,2 + 197,38*pH - 12,9167*pH^2
	7	8	-427,8 + 142,05*pH - 9,695*pH^2
	8	8,5	216 - 16*pH
	8,5	9	1415823*EXP(-1,1507*pH)
	9	10	228 - 27*pH
	10	12	633 - 106,5*pH + 4,5*pH^2
	12	14	3
DBO	0	5	99,96*EXP(-0,1232728*C)
	5	15	104,67 - 31,5463*LOG10(C)
	15	30	4394,91*C$^{-1,99809}$
	30		2
Nitrogênio total (mgN/L)	0	10	100 - 8,169*C + 0,3059*C^2
	10	60	101,9 - 23,1023*LOG10(C)
	60	100	159,3148*EXP(-0,0512842*C)
	100		1
Fósforo (mgPO4/L)	0	1	99*EXP(-0,91629*C)
	1	5	57,6 - 20,178*C + 2,1326*C^2
	5	10	19,8*EXP(-0,13544*C)
	10		5
Diferença de temperatura			94 (assumido o valor constante de 94 pela CETESB, por se considerar que, nas condições brasileiras, a temperatura dos corpos d'água não se afasta da temperatura de equilíbrio)
Turbidez (UNT)	0	25	100,17 - 2,67*Turb + 0,03775*Turb^2
	25	100	84,76*EXP(-0,016206*Turb)
	100		5
Sólidos totais (mg/L)	0	150	79,75 + 0,166*C - 0,001088*C^2
	150	500	101,67 – 0,13917*C
	500		32
Percentagem de saturação de OD (%)	0	50	3 + 0,34*(%sat) + 0,008095*(%sat)^2 + 1,35252*0,00001*(%sat)^3
	50	85	3 - 1,166*(%sat) + 0,058*(%sat)^2 - 3,803435*0,0001*(%sat)^3
	85	100	3 + 3,7745*(%sat)^{0,704889}
	100	140	3 + 2,9*(%sat) - 0,02496*(%sat)^2 + 5,60919*0,00001*(%sat)^3
	140		3+47
	Concentração de saturação de OD (mg/L)		C_s = (14,62 - 0,3898*temp + 0,006969*temp^2 - 0,00005896*temp^3)*(1 - 0,0000228675*altitude)^{5,167}
	Percentagem de saturação (%)		100*OD/C_s