



Proposta de monitoramento da qualidade das águas do rio Cuiabá, com o uso de processos estatísticos e de geotecnologia, prevendo possíveis impactos ambientais à Região do Pantanal

Claudionor Alves da Santa Rosa

Faculdade de Tecnologia Victor Civita-FATEC
Rua Adolfo Severino Candido, 186 – Parque Santa Thereza
06340-690 - Carapicuíba, SP - Brasil
csrrosa@terra.com.br

Resumo. A proteção dos recursos hídricos envolve o monitoramento e avaliação de sua qualidade ao longo do tempo e em locais distintos dos rios, com o objetivo de controlar os lançamentos de poluentes e manter aceitável a qualidade da água para tratamento e de proteção à biota. Prevendo futuros impactos ambientais à Região do Pantanal, com lançamento de poluentes em suas águas, este trabalho tem como objetivo propor metodologia de monitoramento da qualidade das águas do rio Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Região Hidrográfica do Paraguai, tendo como parâmetro as estações CBA406 CBA437, CBA464 e CBA561, com o uso de processos estatísticos e de geotecnologia. Concluiu-se que, a qualidade das águas nas estações está em crescente degradação, o que pode comprometer a qualidade futura das águas para tratamento e posterior distribuição à população da região, afetando, inclusive, a biota, se mantidas as condições atuais, o que requer metas e ações para reverter este processo.

Palavras-chave: rio Cuiabá, qualidade das águas, Pantanal, regressão linear, geotecnologia.

Abstract. The protection of water resources involves monitoring and evaluation of their quality over time and in different places of the rivers in order to control pollutant releases and maintain acceptable water quality for treatment and protection of biota. Anticipating future environmental impacts to the Pantanal, with discharge of pollutants in their waters, this work aims to propose monitoring methodology of the quality of the river Cuiaba, Mato Grosso, Hydrographic Region of Paraguay, having as parameter the points CBA406, CBA437, CBA464 and CBA561, using statistical techniques and geospatial. It was concluded that the water quality at points is degradation, which can compromise the future quality of water for treatment and subsequent distribution to the population of the region, affecting the biota if kept current conditions, which it requires goals and actions to reverse this process.

Keywords: Cuiabá River, water quality, Pantanal, linear regression, geospatial.

1. Introdução

A Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá localizada no Estado de Mato Grosso, compõe um importante manancial para a população. A sub-bacia do Alto Cuiabá corresponde ao trecho das cabeceiras do rio, enquanto a sub-bacia do Médio Cuiabá abrange, em parte, área característica do Pantanal Mato-grossense (Chiaranda; Colpini; Soares, 2016).

O Rio Cuiabá, com cerca de 750 quilômetros de extensão, percorre os estados de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul até a confluência com o Rio São Lourenço. Este, com 230 quilômetros, segue até o Rio Paraguai (Antaq, 2013).

O rio Cuiabá, em virtude de sua importância no contexto regional, representa o principal polo de ocupação e desenvolvimento do estado de Mato Grosso, sendo um dos principais afluentes do complexo Pantanal (Libos; Lima, 2002). Os usos da água na região são mais significativos para a agropecuária; no entanto, a demanda urbana cresce, com possível crescimento de uso para a agrícola irrigada (MMA, 2006).

A retirada da cobertura vegetal, inclusive das matas ciliares, agrava os processos erosivos, modifica o regime hidrológico, diminui a qualidade das águas e a quantidade disponível nos mananciais (Vargas, 1999). E o lançamento de esgoto doméstico e industrial nos rios, modifica os ciclos naturais das águas, comprometendo a autodepuração (Santa Rosa, 2013).

Os municípios polos da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá, são os principais responsáveis pelo lançamento de efluentes de poluição doméstica e industrial lançados no rio Cuiabá, além da falta de esgotamento sanitário, limpeza urbana, coleta de lixo, drenagem (IPEA, 2015). A poluição das águas em regiões do Pantanal pode afetar o desenvolvimento econômico, social e ambiental de toda a região.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é propor metodologia de monitoramento da qualidade das águas do rio Cuiabá, tendo como modelo as estações de monitoramento CBA406, CBA437, CBA464 e CBA561, utilizando o IQA, senso National Sanitation Foundation (IQA/NSF) e respectivas tendências ao longo do tempo, por regressão linear, contribuindo com os órgãos competentes na adoção de medidas de proteção presente e futura de suas águas.

3. Materiais e métodos

Os materiais e métodos adotados para se atingir os objetivos propostos, estão a seguir apresentados segundo as atividades pesquisadas.

3.1. Estações de amostragem

As estações de amostragem CBA406, CBA437, CBA464 e CBA561, localizam-se na bacia do rio Cuiabá, Estado do Mato Grosso, Região Hidrográfica do Paraguai (**Figura 1**).

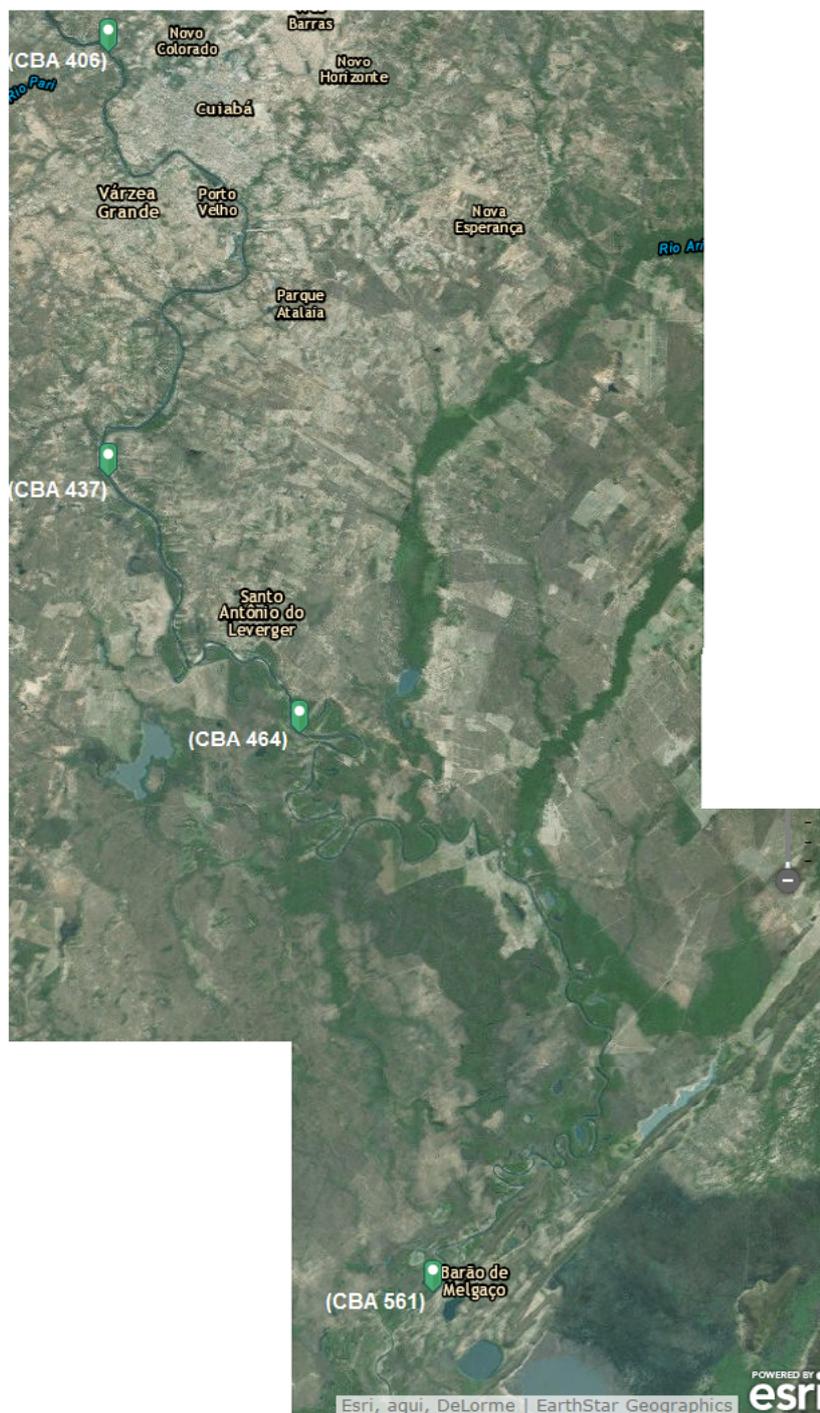


Figura 1. Localização das estações de monitoramento no rio Cuiabá-MT.
Fonte: SEMA (2016); Landsat 7 (2016).

As duas primeiras estações localizam-se no município de Cuiabá, a terceira no município de Santo Antônio do Leverger e a última no município de Barão de Melgaço (**Tabela 1**).

Tabela 1. Estações de monitoramento da qualidade das águas no Rio Cuiabá.

Nome da Estação	Município	Código da Estação	Altitude	Coordenadas
Passagem da Conceição	Cuiabá	CBA406	156	15°33'53,52" S - 56°8'29,83" W
Jusante do Córrego Ribeirão dos Cocais	Cuiabá	CBA437	146	15°46'51,03" S - 56°8'34,59" W
Praia do Poço	Santo Antônio do Leverger	CBA464	142	15°54'48,22" S - 56°1'47,27" W
Jusante de Barão de Melgaço	Barão de Melgaço	CBA561	138	16°11'43,19" S - 55°58'7,27" W

Fonte: SEMA (2016)

A distância percorrida pelas águas, seguindo o canal de escoamento do rio Cuiabá, entre as estações de monitoramento CBA406 e CBA437 é cerca de 38 km; entre as estações CBA437 e CBA464 é de cerca de 35 km e, entre as estações CBA464 e CBA561 é de cerca de 64 km.

3.2. Levantamento de dados da qualidade das águas

Os dados do IQA das águas do rio Cuiabá, nas estações de monitoramento CBA406, CBA437, CBA464 e CBA561, entre os anos 2003 e 2014, é uma coleção de dados disponibilizados pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA).

O Índice de Qualidade da Água (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), com base no método DELPHI (da *Rand Corporation*), uma técnica de pesquisa de opinião que pode ser utilizada para extrair informações de um grupo de profissionais, buscando uma maior convergência nos dados dos parâmetros para avaliar a qualidade da água bruta, visando seu uso para o abastecimento público, cujas variáveis indicam, principalmente, o lançamento de esgotos domésticos. Este índice também pode indicar contribuições de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável (CETESB, 2003; SEMA, 2005; ANA, 2013).

O IQA retrata através de um único índice, a qualidade das águas em determinada estação de monitoramento e podem ser interpretados como “notas”, retratando a qualidade das águas variando de “péssima” a “excelente”, ou que permitam inferências sobre alguns aspectos específicos sobre o curso d’água, tal como biodiversidade e toxicidade (Sperling, 2007).

O IQA adotado pela SEMA define um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas, atribuído um peso para cada parâmetro, de acordo com sua importância relativa ao cálculo do IQA (**Tabela 2**)

Tabela 2. Variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA.

Item	Parametro	Unidade	Peso (w)
1	Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
2	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	0,15
3	pH	-	0,12
4	DBO5	mg O2/L	0,10
5	Nitrogênio Nitrato	mg N/L	0,10
6	Fósforo Total	mg P/L	0,10
7	Turbidez	UNT	0,08
8	Sólidos Totais	mg/L	0,08
9	Temperatura de Desvio	°C	0,10

Fonte: SEMA (2016)

O IQA final é calculado como um produto das notas individuais de cada parâmetro, eleva-

das aos respectivos pesos. Os valores do índice variam entre 0 e 100 (**Tabela 3**).

Tabela 3. Faixa de variação para avaliação do IQA.

Classificação	Faixa de variação
ÓTIMA	91 < IQA ≤ 100
BOA	71 < IQA ≤ 90
REGULAR	51 < IQA ≤ 70
RUIM	26 < IQA ≤ 50
PÉSSIMA	00 < IQA ≤ 25

Fonte: SEMA (2016)

Conforme SEMA (2016), a seguinte fórmula é utilizada para determinação do IQA:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (2)$$

Onde:

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

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

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

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (3)$$

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA, é classificada para abastecimento público.

Esse índice é usado como acessório na interpretação de dados, auxiliando na avaliação dos resultados, e representa a qualidade da água numa escala numérica, pois fornece um meio de julgar a efetividade de medidas de controle ambiental, podendo dar uma ideia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir uma comparação entre diferentes corpos hídricos e também o comportamento do mesmo corpo hídrico em diferentes períodos (SEMA, 2016) e locais.

É importante salientar que esse índice obtido através do IQA apresenta algumas limitações, uma vez que o índice não contempla outros parâmetros, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial (CETESB, 2003; ANA, 2013).

A Resolução nº 357, de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), classifica as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional em treze classes, segundo seus

usos preponderantes. As águas doces são classificadas em: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Segundo o artigo 42 da referida Resolução, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas de Classe 2. Portanto, os corpos d'água das sub-bacias do rio Paraguai, devem ser considerados como de Classe 2 até que sejam realizados os enquadramentos de seus trechos. As águas da Classe 2 são destinadas ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho e, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, à aquicultura e à atividade de pesca.

3.3. Análise de dados

Neste trabalho foi aplicada a estatística descritiva conforme Kurata et al., (1989); a previsão, predição, tendências futuras e comportamentos conforme Rubio (2012). As séries temporais segundo Teixeira (2008), Reboita (2005) e Migon (2013). A regressão linear conforme Toledo e Ovalle (1985), Teixeira (2008) e Iezzi et al. (1978).

4. Resultados e Discussão

As séries temporais analisadas, por meio de regressão linear, nas quatro estações de monitoramento apresentam tendências ao longo do período de coleta de dados (Figura 2).

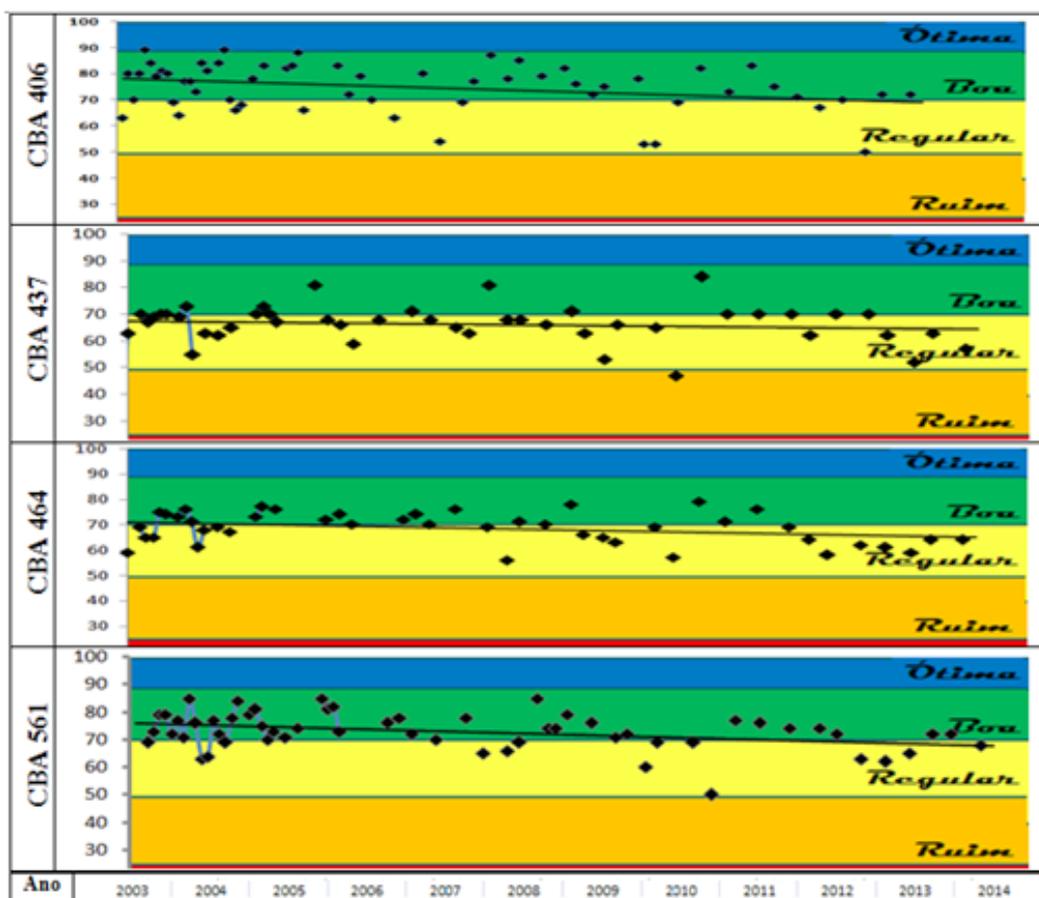


Figura 2. Estações de monitoramento no rio Cuiabá: Séries temporais e regressão linear do IQA (2003 a 2014).

Fonte: SEMA (2005, 2006, 2010, 2014, 2016). Dados trabalhados pelo autor.

Observa-se na **Figura 2**, tendência de decréscimo do IQA em todas as estações de monitoramento.

A **Tabela 4** apresenta a equação da reta, o ano de probabilidade das respectivas classificações do IQA e variação percentual durante o período de monitoramento.

Tabela 4. Regressão linear do IQA e respectivas variações percentuais (2003 a 2014)

Estações de monitoramento	Equação da reta (regressão linear)	Varição durante o período de monitoramento (%)	Ano em que atingiu a classificação boa	Ano em que atingiu a classificação regular	Ano em que atingirá a classificação ruim	Ano em que atingirá a classificação péssima
CBA406	$y = -0,065x + 78,23$	-11,96	1987	2013	2039	2071
CBA437	$y = -0,022x + 67,55$	-4,68	1917	1993	2069	2164
CBA464	$y = -0,045x + 71,36$	-9,08	1968	2005	2042	2088
CBA561	$y = -0,057x + 76,11$	-10,78	1982	2012	2041	2077

Fonte: SEMA (2005, 2006, 2010, 2014, 2016). Dados trabalhados pelo autor.

Na **Tabela 4** nota-se a aproximação entre os anos em que as estações CBA406, CBA464 e CBA561 atingirão a classificação ruim: 2039, 2042 e 2041, respectivamente. O que representa um tempo muito curto em que as águas nessas estações tornar-se-ão impróprias para tratamento para rios de classe 2.

O **Figura 3** é uma representação gráfica da **Tabela 4**, apresentando a previsão dos limites de classificação do IQA nas estações de monitoramento, ao longo do tempo, obedecendo as distâncias entre estações.

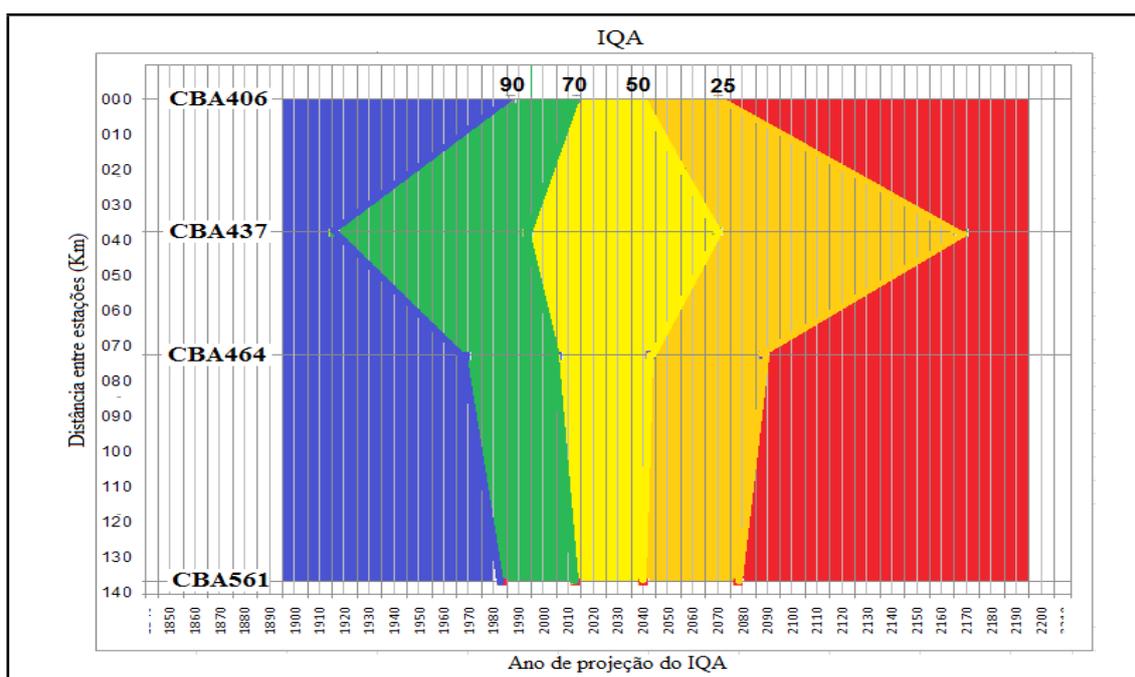


Figura 3. Previsão e predição dos limites de classificação do IQA (por estação de monitoramento)

Fonte: SEMA (2005, 2006, 2010, 2014, 2016). Dados trabalhados pelo autor.

Na **Figura 4**, pode-se analisar por estação de monitoramento:

- a) as águas na estação CBA406 possuem baixa eficiência no processo de autodepuração. Isto é observado pelo estreitamento entre a aproximação dos períodos de probabilidade de mudança de classificação do IQA;
- b) na estação CBA437, nota-se maior afastamento dos períodos de probabilidade de mudança de classificação do IQA, demonstrando maior eficiência na autodepuração no tempo presente;
- c) na estação CBA464, o período de mudança de período de probabilidade é bem menor em relação ao anterior, porém maior do que a estação CBA406; e
- d) A estação CBA561 assemelha-se à estação CBA406.

5. Conclusões e Sugestões

As estações de monitoramento CBA406, CBA464 e CBA561 estão em plena degradação da qualidade de suas águas, podendo tornar-se imprópria para tratamento, se mantidas as condições atuais, atingindo a classificação ruim, em média, dentro de 25 anos.

Mesmo que ocorra o tratamento, as altas concentrações de poluentes, leva ao uso de produtos químicos em excesso, como o cloro. Este pode reagir com outros compostos na água e produzir substâncias impróprias à saúde humana, conforme Branco (1965) citado por Bittencourt (1966), Carneiro e Leite (2008) e Marmo, Santos e Bresola Jr (2009).

Além da possibilidade de trazer riscos à saúde pública, água bruta com alta concentração de poluentes determina os custos de tratamento para abastecimento público, face às inúmeras substâncias lançadas nos cursos d'água, tornando o tratamento cada vez mais oneroso.

A mancha de poluição que surgirá ao longo do rio Cuiabá poderá atingir a área do pantanal. Caso semelhante ocorre no rio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Em 2015, a mancha de poluição chegou a 157 km (G1.GLOBO, 2015). E este não é o principal fator. Uma das fontes de poluição nos rios e que gera preocupação, são os sedimentos contaminados por substâncias tóxicas e potencialmente tóxicas.

Conforme Mortatti, Hissler e Probst (2010), os metais pesados lançados no rio Tietê na RMSP, como Cr, Cu, Ni, Zn e Pb, foram encontrados em elevadas concentrações nos sedimentos da Barragem de Barra Bonita, a 300 km de São Paulo.

Casos semelhantes foram relatados por Heinrich (2011) no Rio Belém; por Sampaio (2003) na bacia do Alto Paraguai; por FEAM; IGAM e IEF (2005) no rio São Francisco; no rio das Velhas por Minas Gerais (2013) e tantos outros.

Os metais como o cobre, zinco, cádmio, níquel, mercúrio e chumbo lançados no ambiente, atingem os lençóis freáticos, córregos, riachos e ficam depositados no fundo dos rios, afetando as espécies bentônicas além de poder retardar ou inibir o processo biológico aeróbico ou anaeróbico e serem tóxicos aos organismos vivos. O uso de defensivos agrícolas contribui na acumulação de metais pesados nos sedimentos devido ao arraste da camada do solo por processo de erosão (Medeiros, 2005).

Durante o período de chuvas, eleva-se a vazão dos rios e aumenta a capacidade de transporte dos sedimentos contaminados, o que pode comprometer a qualidade das águas, tanto para consumo humano como para a sobrevivência da biota aquática.

No sentido de interromper o processo de degradação das águas do rio Cuiabá e com possibilidade de atingir os rios do pantanal à jusante, são propostas as seguintes recomendações:

1. Estabelecer metas e controle das descargas de poluentes, até reverter o processo de queda do IQA, até chegar a um nível aceitável de qualidade da água, restabelecendo os principais processos de autodepuração e equilíbrio no meio aquático.
2. Montar uma agenda de vistorias periódicas em toda extensão do rio Cuiabá, pelos mu-

nicípios que fazem parte de sua bacia, acompanhados pela SEMA, avaliando possíveis assoreamentos, lançamentos de dejetos sólidos, líquidos e fertilizantes, com o objetivo de fiscalizar possíveis irregularidades cometidas por indústrias, inclusive agropecuária, municípios e o próprio poder público;

3. Elaboração de um plano de gestão e manejo da bacia do rio Cuiabá, com planejamento urbano e ambiental, envolvendo um programa de despoluição do rio, pela SEMA e prefeituras locais, com afastamento, coleta e tratamento de 100% dos resíduos líquidos e sólidos, seja doméstico ou industrial, objetivando a manutenção da qualidade do efluente final, dentro dos padrões de lançamento da legislação brasileira, com metas anuais;

4. Incluir nesse Plano a recuperação da mata ciliar, na área de APP em toda sua extensão, preservando a mata existente e recuperando as áreas desprotegidas;

5. Ampliar o estudo da qualidade das águas do rio Cuiabá, para melhor avaliar o grau de degradação;

6. O uso de geotecnologias, com o mapeamento cadastral e distribuição geográfica georreferenciada das fontes de poluição, identificando-as e classificando-as, para auxiliar no monitoramento e possíveis soluções quanto à qualidade da água ao longo do rio Cuiabá;

7. Criação de uma rede de estações de monitoramento georreferenciadas de qualidade das águas, utilizando o IQA, ao longo do rio Cuiabá e de seus afluentes;

8. Criação de um arquivo histórico com os dados obtidos nos pontos georreferenciados de qualidade das águas em toda a bacia do Cuiabá;

9. Implantação de campanhas de educação ambiental para toda a população, especialmente nas redes escolares, conscientizando dos impactos negativos ao meio ambiente, decorrente do lançamento de resíduos sólidos e líquidos na bacia do rio Cuiabá.

6. Referências

- Abelho, M. Manual de monitorização microbiológica ambiental: Qualidade microbiológica da água. Lisboa: 2010. [Curso de Especialização Tecnológica em Qualidade Ambiental]. Disponível em http://www.esac.pt/Abelho/Monitor_ambiental/Manual%20parte%202.pdf. Acesso em 13/03/2012.
- ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Bacia do Paraguai: Plano Nacional de Integração Hidroviária. Laboratório de Transportes e Logística - LABTRANS/Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. 2013.
- ANA. Agência Nacional da Água. Índice de Qualidade das Águas. Disponível <http://pnqa.ana.gov.br/indicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em 23/02/2013.
- Azevedo Netto, J. M. Poluição e desenvolvimento. **Revista DAE – Sabesp**. São Paulo, SP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, São Paulo, SP, v.35, n.101, p. 9-57, s.d., 1975.
- Rosegrant, M. W.; Cai, X.; Cline, S. A. **Global Water Outlook to 2025: Averting an Impending Crisis**. The International Food Policy Research Institute (IFPRI). International Water Management Institute 2002). Disponível em <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/16144/1/fp02ro01.pdf>. Acesso em 01/08/2015.
- Bittencourt, A. J. Aspectos higiênicos: Aspectos de qualidade. In: GUIMARÃES, Fausto Pereira. **Hidrobiologia**. Curitiba, PR: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Paraná e Organização Pan-Americana de Saúde, 1966. 313 p.
- Branco, Samuel Murgel. **Limnologia sanitária, estudos de La polucion de águas continentales**. Washington, D.C.: Secretaria General de La Organización de los Estados Americanos; 1984. 121 p.
- Carneiro, T. G.; Leite, F. Cianobactérias e suas toxinas. **Revista Analytica**. São Paulo, SP. N. 32, p. 36 a 41, jan. 2008. Disponível em http://www.revistaanalytica.com.br/ed_antiores/32/Art02.pdf. Acesso em 24/03/2011.
- CETESB. Centro Tecnológico de Saneamento Básico. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2003 / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2004. 266 p.

Chiaranda, R.; Colpini, C.; Soares, T. S. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá. **Advances in Forestry Science**. ISSN: 2357-8181. Adv. For. Sci., Cuiabá, v.3, n.1, p.13-20, 2016

Iezzi, Gelson et al. **Matemática**. São Paulo: Atual, 1978.

Kurata, K. et al. Estatística: Notas de Aula e Exercícios. Faculdade de Tecnologia de São Paulo-FATEC-SP. São Paulo, SP, 1989. 56 f.

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. In: VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória, Brasil. **Anais**. p. 1-6. Disponível na biblioteca digital <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/ccxxii.pdf>. Acesso em: 08 agos. 2016.

Marmo, C. R.; Santos, B. V. A. P. ; Bresaola Jr, R. Formação de trihalometanos em águas contendo ácidos húmicos, tratadas com cloro livre na pré-oxidação. **Revista DAE**, São Paulo: SABESP. Número 179. ISSN 0101 – 6040. p. 51 a 54, Janeiro 2009.

Migon, H. Análise de Séries Temporais. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Departamento de Métodos Estatísticos. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://acd.ufrj.br/~dani/pdf/slidespartefrequentista.pdf>. Acesso em 23/02/2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraguai**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos– Brasília: MMA, 2006. 140 p. : il. color. ; 27cm. ISBN 85-7738-063-7

Reboita, M. S. Introdução à Estatística Aplicada à Climatologia. Parte III – Análise de Séries Temporais. Universidade de São Paulo-USP: 2005. São Paulo, SP, 2005. 39 p. Disponível em <http://mirabeli.meteo.furg.br/aulas/Poligrafos/PoligrafoMichelleIII.pdf>. Acesso em 25/02/2013.

Rubio, A. L. **Administração de materiais: a logística na cadeia do fornecimento e dos estoques**. Pagina 10. Sorocaba, SP. 284 p. Disponível em <http://www.pagina10.com.br/downloads/4.pdf>. Acesso em 04/07/2012.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. Relatório de Monitoramento Qualidade da Água Bacia do Rio Cuiabá 2003 – 2004. Cuiabá: SEMA; SURH, 2005. 78 p. color; 29cm.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. Relatório de Monitoramento Qualidade da Água Bacia das águas da Sub-Bacia do Rio Cuiabá-MT, 2005. Cuiabá: SEMA; SURH, 2006. 55 p. color; 29cm.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. Relatório de Monitoramento Qualidade da Água Bacia das águas da Região Hidrográfica do Paraguai –MT 2007 - 2009. Cuiabá: SEMA; SURH, 2010. 93 p. color; 29cm.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. Relatório de Monitoramento Qualidade da Água Bacia das águas da Região Hidrográfica do Paraguai - MT 2010 – 2011. Cuiabá: SEMA; SURH, 2014. 129 p. color; 29cm.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. Relatório de Monitoramento Qualidade da Água Bacia das águas da Região Hidrográfica do Paraguai - MT 2012 – 2014. Cuiabá: SEMA; SURH, 2016. 147 p. color; 29cm.

Sperling, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água rios**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2007. 507 p.

Teixeira, Daniel Mandim. **Estatística descomplicada**. Brasília, DF: Vestcon, 2008. 234 p.

Toledo, Geraldo Luciano; Ovalle, Ivo Izidoro. **Estatística Básica**. São Paulo, SP: Atlas, 1985. 460 p.

G1.Globo. Mancha de poluição no rio Tietê mais que dobra em um ano, diz ONG. 2015. Disponível em <http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2015/09/mancha-de-poluicao-no-rio-tiete-mais-que-dobra-em-um-ano-diz-ong.html>. Acesso em 04/06/2016.

Vargas, M. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema sócio-ambiental. **Ambiente & Sociedade**. Ano II. No 5. p. 109-134. 2o Semestre de 1999.

Santa Rosa, Claudionor Alves da. **Evolução da qualidade das águas do Rio Cotia DE 1970 a 2010, Região Metropolitana de São Paulo, SP**. 2013. 232 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Análise Geoambiental) –

Universidade de Guarulhos, Centro de Pós-Graduação e Pesquisa. Guarulhos, SP. 2013.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Governança Metropolitana no Brasil: Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá. Rio de Janeiro, 2015. Relatório.

Landsat 7 ETM + SLC-off (2003-presente): imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1 fotografia aérea. s/ escala. Banda 3, 4, 5 e composição colorida.

Mortatti, J. Hissler, C. Probst, J. Distribuição de Metais Pesados nos Sedimentos de Fundo ao Longo da Bacia do Rio Tietê. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 10, n. 2, p. 3-11, julho 2010.

Heinrich, Alessandra Belotserkovets. **Avaliação prévia de contaminantes químicos para decisão de destinação de sedimentos do desassoreamento do Rio Belém**. 2011. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Paraná, SENAI - PR, *Universität Stuttgart*, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial. 124 f. Curitiba, 2011.

Sampaio, Antônio Carlos Silva. **Metais pesados na água dos rios da bacia do Alto Paraguai**. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Programa de pós-graduação em tecnologias ambientais. 2003. *Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos)*. 56 p. Campo Grande, dezembro de 2003.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. IEF. Instituto Estadual de Florestas. Relatório Técnico: mortalidade de peixes: rio São Francisco. 2005. Disponível em <http://www.worldfish.org/PPA/PDFs/Semi-Annual%20VI/E-11a.pdf>. Acesso em 14 agos. 2016.

Minas Gerais (Estado). Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas. Governo do Estado de Minas Gerais. Sistema Estadual de Meio Ambiente. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico. Relatório 2013. Belo Horizonte, 2013.