



**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA E CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS NO RIO
UBERABINHA, A MONTANTE E A JUSANTE DA ÁREA URBANA DE
UBERLÂNDIA/MG**

**WATER QUALITY INDEX AND CONTAMINATION BY TOXICS IN THE
UBERABINHA RIVER, TO THE UPSTREAM AND DOWNSTREAM OF THE URBAN
AREA OF UBERLÂNDIA/MG**

Marcelo de Souza Calmon

Geógrafo pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
marcelo.calmon@ufu.br

Vanderlei de Oliveira Ferreira

Professor do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
vanderlei.ferreira@ufu.br

Rafael Mendes Rosa

Doutorando do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
rafaelmendesr@hotmail.com

Resumo

Os ecossistemas aquáticos são ameaçados por uma variedade de poluentes domésticos, industriais e por práticas nocivas quanto ao uso agrícola das terras. O presente texto expõe resultados de pesquisa dedicada a analisar a qualidade das águas do rio Uberabinha, fundamental para fornecimento de água para a população urbana de Uberlândia/MG. A pesquisa se viabilizou por meio do acesso à base de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), referente ao monitoramento da qualidade das águas e contaminação por tóxicos nas estações PB022 e PB023, localizadas a montante e a jusante da área urbana, respectivamente. Conforme esperado, os valores de IQA demonstram a melhor situação da qualidade da água a montante da zona urbana. Em apenas uma medição na estação PB022 (primeiro trimestre de 2013) o índice apresentou classificação ruim. Nos demais 67 resultados obtidos, o índice apresenta-se médio e bom. Por outro lado, os dados da estação PB023 mostram a forte interferência da cidade na qualidade das águas. De 67 resultados de IQA, 45 foram classificados como ruim e 21 como médio. Os principais parâmetros que colaboram para as classificações baixas são oxigênio dissolvido, nitratos, fósforo, turbidez, coliformes termotolerantes e sólidos totais. O lançamento de esgotos no trecho urbano é intenso e descontrolado. Os dados divulgados e considerados nas comparações entre os municípios brasileiros e expostos pela mídia nacional estão equivocados. Provavelmente desconsideram os lançamentos das extensas áreas de ocupação irregular que existem na cidade. O manejo inadequado dos insumos agrícolas também pode ser citado como fonte de desequilíbrio, percebido em alguns parâmetros a montante da área urbana.

Palavras-Chave: Qualidade de água, Esgotamento doméstico, Rio Uberabinha, Influência urbana.



ABSTRACT

The aquatic ecosystems are threatened by a variety of pollutants and by harmful land-use practices and inadequate management of river basins. The present text presents research results dedicated to analyzing the water quality of the Uberabinha River, fundamental to the continuity of the water supply for the urban population. The research began with the access to the database of the Minas Gerais Institute of Water Management (IGAM), concerning the monitoring of water quality and contamination by toxics by the monitoring stations PB022 and PB023, located upstream and downstream of the urban area. As expected the IQA values demonstrate the best water quality situation upstream of the urban. Only in a measurement at PB-022 station (first quarter of 2013) the index presented a poor rating. In the other 67 results, the index was good and medium. The main parameters that collaborate for the low classifications are dissolved oxygen, nitrates, phosphorus, turbidity, thermotolerant coliforms and total of solids. The discharge of sewage in the urban stretch is intense and uncontrolled. The data disclosed and considered in the comparisons between the Brazilian municipalities and exposed by the national media are mistaken. They probably disregard the launchings of the sprawling areas of irregular occupation that exist in the city. The inadequate management of agricultural inputs can also be cited as a source of imbalance, perceived in some parameters upstream of the urban area.

Keywords: Water quality, Sewage, Uberabinha river, Urban influence.

INTRODUÇÃO

Os cursos de água de boa qualidade estão se tornando cada vez mais escassos. Desta maneira, para o acesso à água são necessárias cada vez mais obras de infraestrutura, tais como adutoras, canais ou transposições para trazer até os consumidores este fundamental recurso. Os ecossistemas aquáticos são ameaçados por uma variedade de poluentes e também por práticas nocivas no uso da terra e manejo inadequado da água. Estes problemas vêm acompanhando a vida humana em sua história, porém a criticidade de suas práticas somente está sendo levada em consideração nas décadas recentes.

Os rios sofrem descarga de substâncias tóxicas oriundas de derrames de produtos químicos, poluição urbana trazida pelo escoamento superficial, transporte atmosférico de poluentes, agrotóxicos usados na agricultura, entre outras fontes. Os corpos d'água recebem substâncias poluentes que podem promover o crescimento de algas desenfreadamente, causando eutrofização ou contaminação tóxica, exterminando a vida aquática e conseqüentemente, influenciando a qualidade de vida humana. A poluição orgânica perturba o equilíbrio de oxigênio dissolvido nas águas e em muitos casos pode vir acompanhada por grave contaminação patogênica (MONTEIRO; DELLAMATRICE, 2014; OLIVEIRA et al., 2010; PEDROSO, 2018; PEREIRA, 2015; VON SPERLING, 2005).



Em trechos urbanos o principal problema é o esgoto doméstico despejado sem o devido tratamento. Em trechos rurais os problemas podem ter origem no escoamento superficial após as chuvas em culturas agrícolas onde se utilizam fertilizantes, e também podem se originar nos efluentes de origem agroindustrial que podem estar nos setores rural ou urbano, afetando as águas a partir do ponto de despejo. Também pode se destacar a contaminação direta de águas superficiais por metais pesados, sobretudo em descargas de mineração, fundição e demais atividades industriais.

Além dos despejos diretamente nas águas, as indústrias liberam na atmosfera concentrações de resíduos tóxicos que podem combinar com outros elementos já em suspensão na atmosfera gerando moléculas com inúmeras propriedades, que podem precipitar em forma de chuva, tendo como destino final as águas de rios e córregos.

Novos problemas ambientais surgem a partir das novas ações econômicas. A urbanização desordenada e sem planejamento, operações industriais e a agricultura moderna atingiram o ponto que, além de interferir nos processos naturais e no equilíbrio dentro de uma bacia hidrográfica, impactam mundialmente os recursos hídricos já que estão inseridos em um sistema global. Desta maneira, há necessidade de avaliações abrangentes e precisas da qualidade da água, para que seja possível evidenciar para a sociedade a necessidade de se discutir as consequências dos diversos usos da terra e da água e também as ameaças futuras de contaminação, fornecendo uma base de dados confiável para a elaboração de planos e ações a serem tomadas para antecipação de soluções.

A cidade de Uberlândia, possui 691.305 habitantes de acordo com a projeção do IBGE para o ano de 2019 (IBGE, 2020), sendo considerada referência em saneamento básico no Brasil de acordo com o Instituto Trata Brasil (2018, 2019). O abastecimento de água ainda depende do rio Uberabinha. Para atender a demanda urbana há dois sistemas de captação de água na bacia, sendo um localizado no rio principal, a montante da área urbana, e o segundo no afluente ribeirão Bom Jardim. Ambas as captações estão interligadas a estações de tratamento de águas. Diante dessas considerações, o presente texto apresenta os resultados de pesquisa dedicada a avaliar a qualidade da água no rio Uberabinha entre os anos 2000 e 2016, a montante e a jusante da mancha urbana de Uberlândia, levando em consideração padrões normativos.



POLUIÇÃO HÍDRICA E QUALIDADE DAS ÁGUAS

A poluição de um corpo hídrico pode ser resultante de fenômenos naturais, antrópicos ou pela somatória de ambos. A adição de qualquer substância sólida, líquida ou gasosa num meio líquido pode fazer com que as condições naturais sejam alteradas em diversos níveis. Além da adição de substâncias externas ao meio original, há também a poluição termal que é causada por fontes de calor em contato com os ambientes lóticos ou lênticos. A elevação da temperatura pode fazer com que diversas características físico-químicas da água sejam alteradas temporária ou definitivamente.

As condições naturais da bacia hidrográfica, mesmo que preservadas, podem alterar a qualidade das águas. A água que escoar pode carregar partículas sólidas bem como impurezas e diversas substâncias que estão presentes no solo. Estes sólidos podem estar em suspensão ou dissolvidos na água e suas características vão depender do tipo de cobertura vegetal presente, quantidade de matéria orgânica em decomposição e também da composição do solo e das características geológicas da área.

Por outro lado, a poluição causada pelas atividades humanas é diversa e abrangente. Os diversos usos e formas de ocupação dos solos podem gerar alterações na qualidade dos corpos hídricos. Na área urbana a drenagem das águas pluviais, os despejos domésticos e industriais e o carregamento de partículas de solo oriundas de escavações ou construções são os principais responsáveis pela alteração das águas.

Já na área rural estão presentes outros fatores de alteração da qualidade das águas. Com a necessidade de aumento da produção constante e visando eliminar pragas e organismos danosos às culturas, são empregados diversos agrotóxicos e fertilizantes. Geralmente os agrotóxicos usados são danosos não só às pragas que visam combater, mas também a praticamente todos os seres vivos. Os fertilizantes são ricos em nitrogênio, sendo este elemento indutor para o crescimento de algas e conseqüente eutrofização dos corpos hídricos.

Dentre os vários parâmetros que podem ser modificados quanto à qualidade da água temos: carga de sedimentos, concentrações de nutrientes, temperatura, níveis de oxigênio dissolvido, concentração de cianeto livre e pH. A adição de níveis excessivos de compostos naturais ou sintéticos, como óleos e graxas, pesticidas, fertilizantes, mercúrio e outros metais



traços e toxinas não metálicas prejudicam diretamente animais que usam os corpos hídricos para sua dessedentação.

Diversas são as formas de controle da poluição por matéria orgânica nas águas. As análises e estratégias devem considerar as bacias hidrográficas em que os rios estão contidos. Neste contexto, as alternativas para a redução da quantidade de matéria orgânica são: tratamento dos esgotos, controle da poluição difusa, regularização da vazão do curso d'água, aeração das águas, tratamento do curso d'água, aeração dos esgotos tratados ou mesmo alteração do enquadramento das águas para outros fins menos exigentes (JORDÃO; PESSÔA, 1995; VON SPERLING, 2005).

Alterações nas características de natureza física da água podem indicar mudanças na qualidade. Gosto e odor podem indicar a presença de produtos químicos ou tóxicos dissolvidos ou em suspensão no curso d'água. A cor é influenciada pelos minerais dissolvidos e sua alteração deve ser investigada. A turbidez revela presença de matéria orgânica e inorgânica em suspensão além de organismos como fitoplâncton, que podem reduzir a fotossíntese de plantas aquáticas.

Enfim, a qualidade de qualquer corpo hídrico seja de superfície ou subterrâneo resulta de uma somatória de influências naturais e atividades humanas. Sem as influências antrópicas, a qualidade e as características da água seriam determinadas pelo intemperismo dos minerais rochosos, pelos processos atmosféricos e pela deposição de sólidos pelo vento.

A qualidade da água pode ser avaliada pela comparação das características físicas e químicas de uma amostra com normas, códigos, leis ou padrões de qualidade da água. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, os padrões mais elevados de pureza são requeridos para o consumo humano, enquanto é aceitável utilizar água de menor qualidade em alguns processos industriais.

LEGISLAÇÃO PERTINENTE À QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os padrões de qualidade no Brasil são divididos entre padrões de potabilidade, padrões de corpo d'água e padrões de lançamento de águas em corpos hídricos. O padrão de potabilidade usado a nível nacional é a portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Esta portaria define os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. No estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) adota o Índice de Qualidade das



Águas (IQA). Este indicador reflete a situação ambiental dos corpos hídricos superficiais por meio de valores de nove parâmetros (Quadro 1).

Parâmetros	Peso
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NNP/100mL)*	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,1
Nitratos (mg/L)	0,1
Fosfato total (mg/L)	0,1
Variação da temperatura (°C)	0,1
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

*Substituído por *E. Coli* a partir de 2013

Quadro 1: Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA
Fonte: IGAM (2012).

O IQA, medido pela equação 1, pode variar de 1 a 100 e os pesos atribuídos aos parâmetros são definidos em função de sua importância na qualidade.

$$(1) \quad IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

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

A partir dos resultados obtidos pela equação classifica-se a qualidade dos corpos d'água (Quadro 2).

Valor do IQA	Classes	Significado
$90 < IQA \leq 100$	EXCELENTE	Águas apropriadas para tratamento convencional visando abastecimento público
$70 < IQA \leq 90$	BOM	
$50 < IQA \leq 70$	MÉDIO	
$25 < IQA \leq 50$	RUIM	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados
$IQA \leq 25$	MUITO RUIM	

Quadro 2: Classificação do índice de qualidade das águas – IQA
Fonte: IGAM (2012).



A análise de Contaminação por Tóxicos (CT) avalia os valores de treze parâmetros: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total. Estes contaminantes podem ser de origem industrial, de mineração e também contaminação difusa. Relacionando-os aos limites definidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/08 os valores encontrados são comparados para determinação da classificação. A contaminação por tóxicos é caracterizada como sendo baixa, média ou alta (Quadro 3).

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
<i>Baixa</i>	Concentração $\leq 1,2 \times P^*$
<i>Média</i>	$1,2 \times P < \text{Concentração} \leq 2 \times P^*$
<i>Alta</i>	Concentração $> 2 \times P^*$

*P – Limite de classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

Quadro 3: Classificação da Contaminação por Tóxico – CT

Fonte: IGAM (2012).

Além destes parâmetros são realizados ensaios de Ecotoxicidade, que avaliam os efeitos prejudiciais das substâncias presentes na água em organismos. Há também o Índice de Estado Trófico (IET) que, considerando a relação entre as variáveis de fósforo e clorofila-a, pode-se relacionar diretamente ao processo de eutrofização.

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) avalia a situação atual da qualidade da água, relacionando-a com as metas estabelecidas pelo enquadramento do corpo d'água nos moldes da Resolução nº 357 do CONAMA, que define enquadramento como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água a ser obrigatoriamente alcançado ou mantido em determinado corpo d'água, de acordo com seus usos preponderantes, ao longo do tempo.

De acordo com o CONAMA as águas doces são classificadas em especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Estas cinco classes e seus possíveis usos estão detalhados na resolução nº 357. Para cada classe há condições a serem atendidas, conforme detalhado na mesma resolução. Os padrões devem ser respeitados para efeito de enquadramento. O poder público poderá aumentar as restrições e exigências de medidas adicionais podem ser acrescentadas quando a vazão do corpo d'água estiver abaixo da qualidade de referência.



O enquadramento é mais que apenas uma classificação. Este instrumento deve ser visto como ferramenta de planejamento de grande importância já que se baseia nas condições atuais dos níveis de qualidade da água e também nas condições que deveriam possuir para atender plenamente as necessidades. O enquadramento dos corpos d'água em classes é referência para os instrumentos de gestão de recursos hídricos, as outorgas e cobranças pelos diversos usos. A esse respeito, Ferreira e Cupolillo (2016) afirmam que os indicadores de qualidade da água contribuem para determinação das possíveis causas e consequências da perda da qualidade ambiental de forma mais abrangente, além de permitir a diferenciação dos impactos antrópicos e decorrentes de processos naturais.

METODOLOGIA

A pesquisa fez uso da base de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), referente ao monitoramento da qualidade das águas e contaminação por tóxicos coletados pelas estações PB022 e PB023, localizadas a montante e a jusante da área urbana de Uberlândia, respectivamente, no rio Uberabinha.

A estação PB022 foi estabelecida no ano 2000 e está localizada nas coordenadas 18°59'08,00" S e 48°12'42,00" W a uma altitude de 864 metros. A estação PB023 foi estabelecida em 1997, se encontrando nas coordenadas 18°46'07,10" S e 48°26'11,60" W, a 650 metros de altitude. Para estabelecimento de dados do mesmo período, a série histórica dos dados obtidos pelo monitoramento das estações compreendeu entre os anos 2000 e 2016.

Com os dados obtidos no site do IGAM foi possível a elaboração do Índice de qualidade da Água (IQA) e Contaminação por Tóxicos (CT), referentes ao período analisado. Por meio da análise comparativa dos índices espera-se oferecer subsídios às ações de manejo e de gestão ambiental para a bacia do rio Uberabinha.

Portanto, foi possível analisar a qualidade das águas do rio Uberabinha a montante da zona urbana tendo sofrido interferência basicamente das áreas rurais e realizar a comparação com a situação de jusante, após ter cruzado o trecho urbano. Assim, foi avaliada principalmente a interferência da cidade na qualidade das águas e indicados os aspectos que possivelmente levam a tais circunstâncias.

Por fim, apresenta-se a localização das estações PB022 e PB023 (Figura 1) no contexto da bacia do rio Araguaari, do qual o rio Uberabinha é afluente.

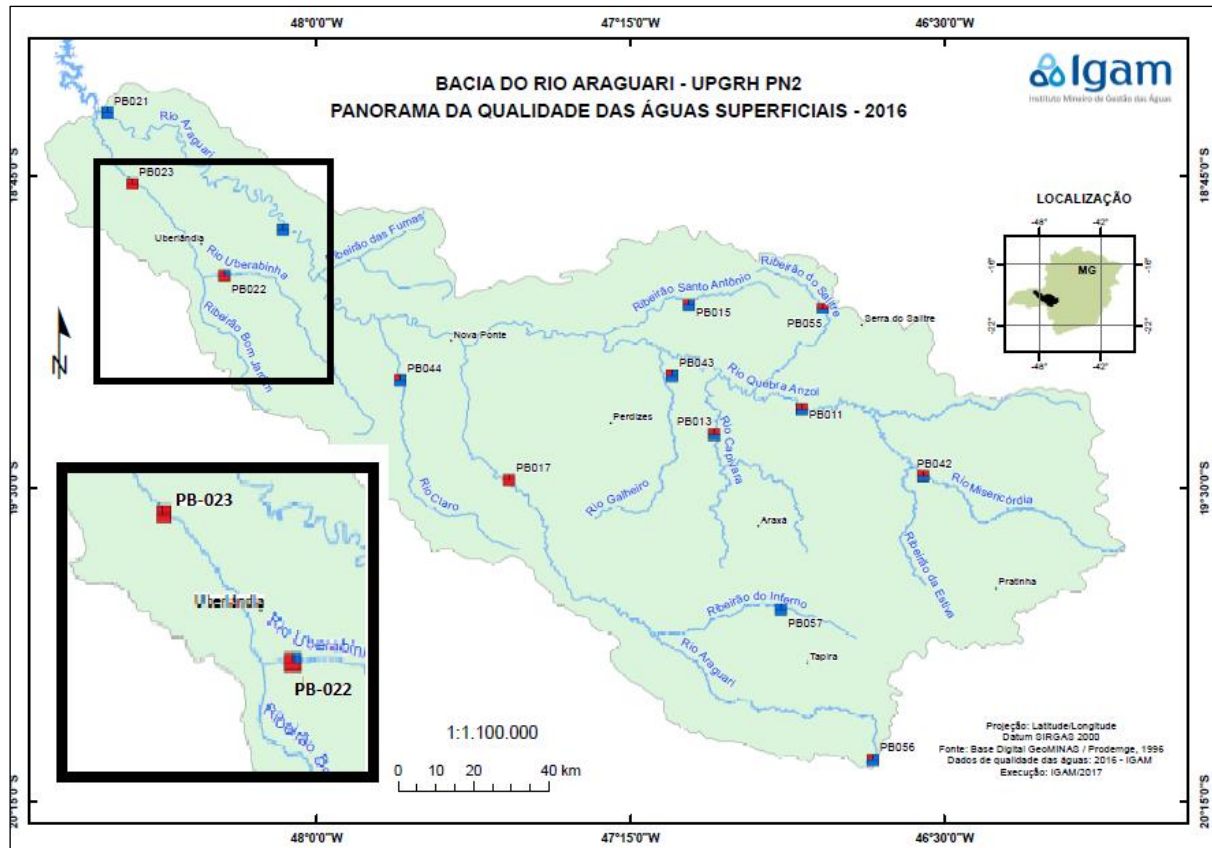


Figura 1: Localização das estações de monitoramento, no contexto da bacia do rio Araguari
Fonte: IGAM (2017).

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A maior parte da área urbana de Uberlândia encontra-se inserida na bacia do rio Uberabinha, localizada na porção oeste do estado de Minas Gerais, região do Triângulo Mineiro. Essa bacia possui uma área de 2.190,65 km², abrangendo territórios de três municípios: Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara. Ressalta-se que o rio Uberabinha é afluente da margem esquerda do rio Araguari, que por sua vez integra a bacia hidrográfica do rio Paranapiambá de âmbito federal (ROSA; FERREIRA, 2018).

Na cidade de Uberlândia e adjacências, encontram-se depósitos detrítico-lateríticos nos divisores topográficos e as partes superiores das vertentes, arenitos da Formação Marília e basaltos da Formação da Serra Geral no leito e margens do rio Uberabinha. De modo geral, os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos são encontrados em quase toda a área urbana e



proximidades, com exceção das médias vertentes em direção ao vale do rio Uberabinha onde se encontram CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos (ROSA, 2017).

Em relação às condições climáticas, ressalta-se que a área de estudo está inserida na zona Tropical Brasil Central (IBGE, 1978), com diferenças nas médias termais, variando de Quente (temperatura média superior a 18°C) a Sub-quente (temperatura média entre 15 e 18°C em pelo menos 1 um mês do ano). O período de seca varia de 4 a 5 meses, de maio a setembro, e o chuvoso de 7 a 8 meses, de outubro a abril, cuja média de precipitação anual encontra-se em torno de 1.500 mm. Assim, de modo geral tem-se duas estações bem definidas: verão chuvoso e quente e inverno seco com temperaturas amenas.

De acordo com Rosa e Ferreira (2018), a área urbana de Uberlândia é a ocupação que mais contribui para os maiores impactos ambientais irreversíveis na bacia hidrográfica do rio Uberabinha devido à impermeabilização, compactação do solo e a consequente alteração da dinâmica hidrológica (infiltração e escoamento) e de qualidade das águas. O uso da terra nas adjacências da cidade de Uberlândia é composto principalmente por pastagens e culturas anuais. A cobertura vegetal nativa restringe-se à fragmentos de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas (ROSA, 2017).

A figura 2 expõe a cobertura e uso da terra da bacia do rio Uberabinha, demonstrando que embora as proximidades da estação PB022 sejam compostas por pastagens, toda a porção de montante é ocupada por culturas anuais. Destaca-se que a maior ocupação irregular da área urbana, iniciada no ano de 2012, se encontra a 2,5 km do PB022. Já no entorno da estação PB023 observa-se cobertura vegetal no vale do rio Uberabinha e pastagens nas vertentes e divisores das bacias de cursos d'água afluentes. Em algumas poucas áreas são encontradas culturas anuais, sendo as pastagens a maior ocupação à jusante da área urbana de Uberlândia.

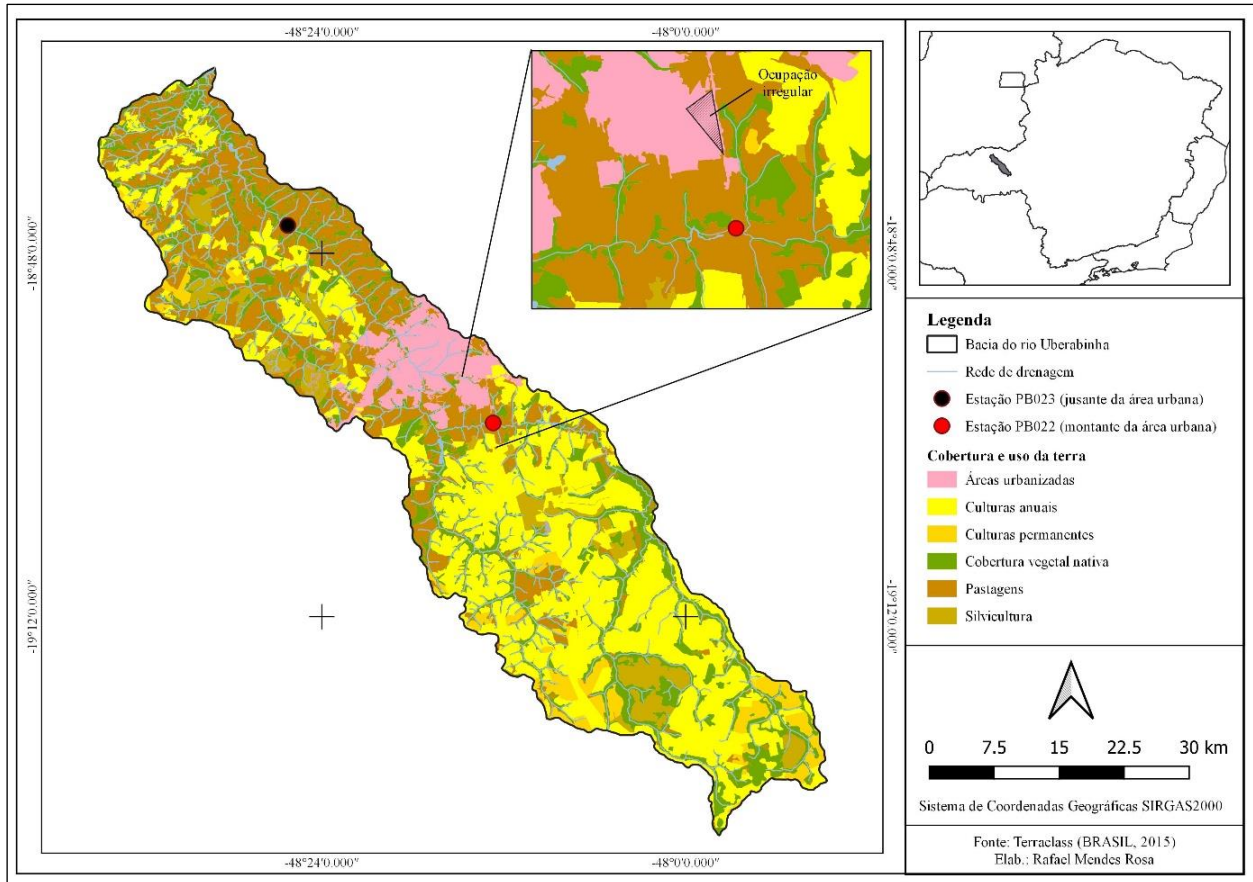


Figura 2: Cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

RESULTADOS

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

Os valores obtidos nas estações de medições estão demonstrados nas tabelas 1 e 2 para a estação PB022 e nas tabelas 3 e 4 para a estação PB023. Ao fazer a comparação dos dados mais sensíveis como a concentração de oxigênio dissolvido, concentração de nitratos, concentração de fósforos totais, turbidez e sólidos totais em suspensão, percebe-se que os mesmos perdem qualidade após o trecho urbano. Os resultados do cálculo do IQA estão demonstrados nas tabelas a seguir (Figuras 3 e 4).



DADOS PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA - ESTAÇÃO PB022										
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO							
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Oxigênio dissolvido (mg/L)	PB-022	1º	7,3	7,2	7,1	6,9	6,6	7,6	6,7	7,3
		2º	7,2	7,8	7,3	6,4	7,8	8,1	7,6	7,5
		3º	7,9	7,6	8,5	7,7	7,4	7	6,8	7,4
		4º	6,8	7,1	7,1	6,3	6,4	6,6	6,6	6,7
Temperatura da água (°C)	PB-022	1º	25	25,3	25,7	25,1	24,5	24,1	24,9	26,3
		2º	22	21,2	22,6	21,8	19,4	22,3	18,1	20,1
		3º	23	25,1	19,1	21	22,8	24,1	24,5	25,4
		4º	26	25,8	24,8	24,3	24	21,8	23,7	27,5
Altitude (m)	PB-022	1º	864	864	864	864	864	864	864	864
		2º	864	864	864	864	864	864	864	864
		3º	864	864	864	864	864	864	864	864
		4º	864	864	864	864	864	864	864	864
Cloreto total (mg/L)	PB-022	1º	0,3	0,3	0,3	0,3	0,44	0,3	0,43	0,44
		2º	0,3	0,3	0,3	0,37	0,42	0,3	1,02	0,3
		3º	0,35	0,3	0,72	0,3	0,3	0,3	0,8	0,65
		4º	0,3	0,3	0,3	0,64	0,34	0,39	0,58	0,96
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	PB-022	1º	230	7000	700	70	50	60	130	800
		2º	30	500	1700	130	8	60	2	80
		3º	800	70	60	110	50	30	2	1700
		4º	80	110	300	5000	140	40	350	1700
pH	PB-022	1º	6,2	6,43	6,15	5,8	5,7	6,4	6,9	6,6
		2º	6,2	6,1	6,02	6,4	6,4	6	6,6	6,2
		3º	6,49	6,45	5,41	6,2	6,4	6,1	6,7	6,2
		4º	6,5	6,29	5,55	5,6	7,1	7,3	6,2	5,6
DBO (mg/L)	PB-022	1º	2	2	2	2	2	2	2	2
		2º	2	2	2	2	2	2	2	2
		3º	2	2	2	2	2	2	2	2
		4º	2	2	2	2	2	2	2	2
Nitrato (mg/L)	PB-022	1º	0,03	0,03	0,09	0,05	0,06	0,09	0,05	0,01
		2º	0,1	0,01	0,06	0,06	0,04	0,03	0,03	0,05
		3º	0,04	0,01	0,05	0,04	0,06	0,02	0,04	0,03
		4º	0,02	0,02	0,01	0,06	0,03	0,11	0,01	0,03
Fósforo total (mg/L)	PB-022	1º	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03
		2º	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
		3º	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01
		4º	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01
Turbidez (NTU)	PB-022	1º	13,1	16,7	7,44	10,5	4,26	10,3	8,88	7,23
		2º	2,2	5,18	6,45	2,09	1,66	2,84	3,26	5,85
		3º	8,31	5,07	5,38	2,95	4,96	3,73	4,2	7,06
		4º	5,94	13,9	8,53	12,3	4,97	4,37	13,7	7,15
Sólidos totais (mg/L)	PB-022	1º	21	24	17	18	16	22	29	17
		2º	31	18	13	12	13	19	17	21
		3º	20	15	20	23	13	24	15	26
		4º	21	24	15	21	18	28	23	30

Figura 3: Dados de entrada para cálculo de IQA – Estação de amostragem PB022 – 2000/2007
Fonte: IGAM (2017).



DADOS PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA - ESTAÇÃO PB022											
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Oxigênio dissolvido (mg/L)	PB-022	1º	7,2	7,2	7,1	7,4	8,1	7,6	7,8	7	7,4
		2º	8	8,2	8,2	8	8,1	8,4	8	8,4	8,7
		3º	7,3	7,1	6,9	7,4	7	8	7,6	7,8	7,1
		4º	7,5	7,5	6,8	7,1	7,3	8	7,2	7,5	7,4
Temperatura da água (°C)	PB-022	1º	24,7	28,1	26,8	22,6	25,9	25,3	26	25,7	25,7
		2º	21,3	22,9	21	19,3	20,3	20,7	19,5	20,3	18,1
		3º	24,2	31	23,8	23,4	25,8	22,1	20,8	23	24
		4º	24,5	23,9	25	25,5	25,9	26,6	23,7	23,8	24
Altitude (m)	PB-022	1º	864	864	864	864	864	864	864	864	864
		2º	864	864	864	864	864	864	864	864	864
		3º	864	864	864	864	864	864	864	864	864
		4º	864	864	864	864	864	864	864	864	864
Cloro total (mg/L)	PB-022	1º	0,3	0,78	0,47	0,51	0,5	0,5	0,5	0,5	0,56
		2º	0,3	0,36	0,52	0,83	0,5	0,5	0,5	0,61	0,5
		3º	0,3	0,3	0,3	0,68	0,9	0,8	0,5	0,6	0,5
		4º	0,34	0,3	0,5	0,5	0,97	0,61	0,76	0,5	0,82
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	PB-022	1º	300	70	80	3000	900	35000	13000	8164,1	7269,9
		2º	70	800	110	500	170	4900	790	2909,3	1483
		3º	2	230	350	300	1100	700	1664	5475	3873,2
		4º	1400	2200	2300	500	490	9400	9208,4	12296	17328,9
pH	PB-022	1º	6,4	5,6	5,8	5,2	6,7	5,2	5,5	6,1	6,1
		2º	5,2	5,8	5	5,5	6,6	5,8	5,1	6,8	6
		3º	5,6	5,7	5,6	5,9	6,4	5,7	5,8	7,4	6,1
		4º	5,3	7,2	5,2	6,3	6,1	6,4	6,8	6,6	6
DBO (mg/L)	PB-022	1º	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		2º	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		3º	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		4º	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nitrato (mg/L)	PB-022	1º	0,03	0,07	0,07	0,07	0,1	0,38	0,13	0,1	0,1
		2º	0,18	0,1	0,13	0,1	0,1	0,15	0,1	0,18	0,1
		3º	0,01	0,06	0,12	0,16	0,2	0,32	0,1	0,1	0,1
		4º	0,06	0,04	0,04	0,08	0,04	0,61	0,14	0,1	0,1
Fósforo total (mg/L)	PB-022	1º	0,02	0,01	0,02	0,05	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02
		2º	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02
		3º	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		4º	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
Turbidez (NTU)	PB-022	1º	20,4	6,08	9,46	15,2	4,92	144	3,6	6,08	9,77
		2º	5,57	6,11	4,76	6,59	3,41	6,72	2,9	3,46	5,43
		3º	5	7,6	5,01	6,61	5,26	5,53	3,22	4,58	6,48
		4º	5,73	9,49	10,1	7,3	10,5	4,3	8,99	10,4	32,4
Sólidos totais (mg/L)	PB-022	1º	50	19	25	30	27	140	16	20	29
		2º	67	16	18	26	12	23	17	34	28
		3º	16	22	29	23	19	19	19	21	28
		4º	16	22	29	25	26	16	34	34	39

Figura 4: Dados de entrada para cálculo de IQA – Estação de amostragem PB022 – 2008/2016

Fonte: IGAM (2017).

Os dados da estação PB022, do período de 2000 a 2007, demonstram pequenas variações ao longo dos trimestres e também apresentam maior uniformidade e menores valores quando comparados com os dados do mesmo período da estação PB023. No período subsequente, com término em 2016, observa-se aumento expressivo da concentração de coliformes termotolerantes e também da turbidez a montante da cidade de Uberlândia. Tal condição coincide com o início de ocupações irregulares, portanto sem coleta adequada de esgoto sanitário, próximas ao Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), cujo escoamento do esgoto tende em



direção do rio Uberabinha, imediatamente à montante da estação PB022. Já a concentração de sólidos totais em suspensão se mostrou uniforme e similar ao período de 2000 a 2007.

Nas tabelas seguintes (Figuras 5 e 6) claramente é possível constatar que ocorre redução da concentração de oxigênio dissolvido e aumento da concentração de nitratos e fósforo após o trecho urbano. O teor de sólidos totais sofre grande incremento e também o grau de turbidez está em ascensão em todos os anos de medição.

DADOS PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA - ESTAÇÃO PB023										
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO							
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Oxigênio dissolvido (mg/L)	PB-023	1º	7,6	5,5	5,6	6,6	5,8	7	5,4	6,3
		2º	5,5	4,7	4,5	5,6	5,7	5,5	5,5	5,5
		3º	6,8	2	5,3	4,4	4,2	4	4,1	4,8
		4º	5,3	5,6	5,7	6,3	4,8	nd	6,6	5,6
Temperatura da água (°C)	PB-023	1º	26	26,1	26,3	25	26	24,9	26,3	27,6
		2º	22	21,6	24,2	23,5	21,3	23,8	19,8	22,3
		3º	24	27	21,4	23,2	25,6	26,1	25,9	27,6
		4º	27	27,4	25,4	25,3	27,9	nd	25,1	28,2
Altitude (m)	PB-023	1º	650	650	650	650	650	650	650	650
		2º	650	650	650	650	650	650	650	650
		3º	650	650	650	650	650	650	650	650
		4º	650	650	650	650	650	650	650	650
Cloro total (mg/L)	PB-023	1º	1,62	4,09	3,98	2,13	4,61	2,71	2,57	3,09
		2º	5,21	8,93	7,19	6,16	7,34	2,32	13,1	13,8
		3º	5,25	21	12,17	14,58	18,39	13,5	33	20,5
		4º	6,05	5,37	5,22	4,41	11,75	nd	3,47	9,08
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	PB-023	1º	50000	30000	160000	160000	24000	8000	13000	24000
		2º	50000	11000	50000	160000	30000	20000	13000	3000
		3º	30000	160000	30000	50000	24000	160000	5000	24000
		4º	90000	17000	90000	160000	22000	24000	50000	160000
pH	PB-023	1º	6,6	6,86	6,64	6,4	6,8	6,7	6,7	6,8
		2º	7,1	6,58	6,45	6,5	6,8	6,3	6,9	6,6
		3º	6,9	6,78	6,05	6,5	7,2	6,6	7,1	6,8
		4º	7	6,74	6,23	6,3	7,2	nd	6,8	6,4
DBO (mg/L)	PB-023	1º	5	4	4	5	5	3	4	2
		2º	4	7	8	9	6	15	9	6
		3º	6	21	14	16	9	15	7	9
		4º	6	18	5	5	7	nd	4	4
Nitrato (mg/L)	PB-023	1º	0,12	0,17	0,24	0,17	0,39	0,29	0,09	0,09
		2º	0,26	0,12	0,08	0,23	0,14	0,27	0,05	0,96
		3º	0,61	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05	0,1
		4º	0,1	0,06	0,13	0,19	0,06	nd	0,01	0,07
Fósforo total (mg/L)	PB-023	1º	0,07	0,01	0,15	0,1	0,21	0,1	0,28	0,13
		2º	0,25	0,31	0,16	0,26	0,32	0,4	0,45	0,19
		3º	0,13	0,79	0,33	0,6	1,09	0,75	0,72	0,53
		4º	0,19	0,26	0,13	0,17	0,33	nd	0,19	0,48
Turbidez (NTU)	PB-023	1º	43,1	11,4	13,3	34,1	15,6	25,6	19,6	31,1
		2º	8,8	18,7	25,4	2,62	6,33	3,81	6,8	6,51
		3º	14,5	22,1	15,5	8,04	15,4	5,16	2,99	12,9
		4º	10,9	35,9	16,2	73,7	11,8	19,6	72,3	69,6
Sólidos totais (mg/L)	PB-023	1º	66	58	49	56	50	46	47	48
		2º	67	76	75	57	43	46	71	61
		3º	67	142	107	97	134	84	102	115
		4º	53	70	56	106	75	nd	104	152

Figura 5: Dados de entrada para cálculo de IQA – Estação de amostragem PB023 – 2000/2008

Fonte: IGAM (2017).



DADOS PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA - ESTAÇÃO PB023											
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Oxigênio dissolvido (mg/L)	PB-023	1º	6,7	6,1	5,4	7,3	5,2	6,4	6,2	6,1	6,8
		2º	6,2	6,8	4,9	6,6	5,9	7,2	5,6	6,7	7,1
		3º	5,4	5	4,1	5,2	5,3	6,7	6,4	5,9	5,5
		4º	6,2	6,8	5,8	5,4	6,4	5,9	6,6	6,4	7
Temperatura da água (°C)	PB-023	1º	25,8	31,4	28,7	24,7	27,6	27,5	27,7	28,4	26,3
		2º	25,1	27,1	24,7	21,9	23	23,6	24,1	25,3	20,2
		3º	26,9	35,3	26,9	25,8	28,8	25,6	21,9	26,8	26,2
		4º	27,3	27,2	27,5	28,5	26	26,3	26,4	27,1	25,5
Altitude (m)	PB-023	1º	650	650	650	650	650	650	650	650	650
		2º	650	650	650	650	650	650	650	650	650
		3º	650	650	650	650	650	650	650	650	650
		4º	650	650	650	650	650	650	650	650	650
Cloreto total (mg/L)	PB-023	1º	1,77	4,75	5,45	2,76	9,15	4,09	17,6	4,13	2,93
		2º	4,97	10,1	12,4	4,75	8,02	3,78	19,9	9,01	9,53
		3º	21,7	11,76	24,7	19	29,71	15,5	27,3	17,4	24,1
		4º	12,8	4,19	4,98	6,51	8,82	9,78	11,6	4,62	3,34
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	PB-023	1º	17000	11000	nd	160000	14000	160000	160000	24196	15531,2
		2º	30000	24000	35000	50000	160000	160000	54000	24196	24196
		3º	40	8000	160000	11000	160000	160000	54750	241960	24196
		4º	160000	160000	22000	90000	54000	160000	241960	241960	24196
pH	PB-023	1º	6,4	5,9	6,1	6,1	6,9	6	7	7	6,1
		2º	5,9	6,2	6,2	5,8	7,1	6,7	6,8	7,4	6,8
		3º	6,6	6,6	6,4	6,7	7,4	7,1	7,3	6,7	7,3
		4º	6,4	6,9	6,2	6,9	6,6	6,8	6,8	6,3	6,8
DBO (mg/L)	PB-023	1º	3	2	4,7	2,1	3,2	11	6,5	4,3	2,4
		2º	3	4,5	7,3	2,8	4,2	4,8	7,1	6,2	6,4
		3º	7	5,5	7,4	5	3,7	4,8	12	12	10
		4º	5	3,1	3	2,9	3,3	7,1	5,4	3,8	3,8
Nitrato (mg/L)	PB-023	1º	0,1	0,18	0,25	0,25	0,1	0,79	0,55	0,88	0,33
		2º	0,49	0,49	0,11	0,16	0,39	0,56	0,57	0,65	0,5
		3º	0,09	0,17	0,16	0,37	1,33	0,91	0,55	0,52	0,2
		4º	0,15	0,13	0,26	0,11	0,3	0,52	0,99	0,46	0,34
Fósforo total (mg/L)	PB-023	1º	0,2	0,09	0,24	0,1	0,26	0,37	0,39	0,2	0,17
		2º	0,22	0,24	0,52	0,02	0,41	0,31	0,49	0,44	0,36
		3º	0,84	0,49	0,72	0,7	0,45	0,76	0,61	0,76	0,69
		4º	0,21	0,15	0,17	0,22	0,15	0,6	0,15	0,2	0,22
Turbidez (NTU)	PB-023	1º	58,6	10,1	12,1	48,4	9,42	188	7,37	14,9	13,5
		2º	10,2	9,57	11,6	11,4	6,28	8,69	5,43	6,48	7,27
		3º	8,7	10,5	30,5	18,4	21	5,47	39,4	31,3	8,74
		4º	9,95	49,8	23,7	7,99	44,6	25,9	40,5	46	144
Sólidos totais (mg/L)	PB-023	1º	76	45	58	102	72	208	94	74	45
		2º	58	65	82	63	59	144	141	64	78
		3º	102	81	125	115	148	100	190	147	140
		4º	64	72	63	51	113	91	82	75	192

Figura 6: Dados de entrada para cálculo de IQA – Estação de amostragem PB023 – 2008/2016
Fonte: IGAM (2017).

Como esperado, os valores de IQA demonstram melhor situação da qualidade da água a montante da zona urbana. Apenas em uma medição na estação PB022, no primeiro trimestre de 2013, o índice apresentou classificação ruim, uma vez que coincide com o período inicial da ocupação irregular próxima ao Campus Glória da UFU, a 2,5 km da estação PB022, indicando uma interferência na qualidade da água, ao menos quando as primeiras famílias começaram a ocupar a área. Nos demais 67 resultados obtidos o índice apresenta-se médio e bom. Destacam-se



os anos 2000, 2004 até 2006 e 2008, quando todos os valores trimestrais de IQA foram considerados como sendo bons.

Ainda em relação à estação PB022, a partir do primeiro trimestre de 2013 todas as amostragens trimestrais foram classificadas pela calculadora de IQA como médio, o que demonstra tendência à redução da qualidade das águas a montante da cidade. Todas as classificações de IQA da estação PB022 estão demonstradas na seguinte tabela (Figura 7).

RESULTADOS IQA - ESTAÇÃO PB022								
	1º tri	IQA	2º tri	IQA	3º tri	IQA	4º tri	IQA
2000	73,5	BOM	80,2	BOM	71,8	BOM	78,7	BOM
2001	61,7	MÉDIO	71,1	BOM	79,7	BOM	75,8	BOM
2002	69,6	MÉDIO	65,9	MÉDIO	72,9	BOM	68,9	MÉDIO
2003	74,1	BOM	75,6	BOM	76,7	BOM	57,8	MÉDIO
2004	75	BOM	84,7	BOM	78,9	BOM	78,3	BOM
2005	79	BOM	77,8	BOM	79,2	BOM	81,5	BOM
2006	78,4	BOM	88,6	BOM	89,3	BOM	71,2	BOM
2007	71,9	BOM	77	BOM	67,7	MÉDIO	64,1	MÉDIO
2008	72,7	BOM	71,5	BOM	82,4	BOM	80,2	BOM
2009	74,2	BOM	68	MÉDIO	71,2	BOM	69,6	MÉDIO
2010	74,3	BOM	69,1	MÉDIO	68,8	MÉDIO	60,2	MÉDIO
2011	58	MÉDIO	67,3	MÉDIO	70,9	BOM	71,9	BOM
2012	72,2	BOM	77,5	BOM	69,7	MÉDIO	70,7	BOM
2013	39,4	RUIM	61,1	MÉDIO	67,4	MÉDIO	60,4	MÉDIO
2014	55,9	MÉDIO	63,9	MÉDIO	65,3	MÉDIO	62,7	MÉDIO
2015	60,4	MÉDIO	67,4	MÉDIO	66,3	MÉDIO	60,7	MÉDIO
2016	60,8	MÉDIO	67	MÉDIO	63,3	MÉDIO	54,6	MÉDIO

Figura 7: Resultados do cálculo de IQA – Estação PB022
Fonte: IGAM (2017).

Os resultados relativos ao IQA da estação PB023 mostram a forte interferência da cidade na qualidade das águas do rio Uberabinha. Dos 68 resultados de IQA, 45 foram classificados como ruim, 21 como médio e 2 resultados não foram obtidos por ausência de dados. Não há sequer um trimestre no período avaliado que apresente classificação boa ou excelente. Os principais parâmetros que colaboraram para as classificações baixas foram oxigênio dissolvido, nitratos, fósforo, turbidez, coliformes termotolerantes e sólidos totais (Figura 8).



RESULTADOS IQA - ESTAÇÃO PB023								
	1º tri	IQA	2º tri	IQA	3º tri	IQA	4º tri	IQA
2000	50,4	MÉDIO	49	RUIM	52,1	MÉDIO	48,3	RUIM
2001	54,8	MÉDIO	47,7	RUIM	27,5	RUIM	43,8	RUIM
2002	47,8	RUIM	43,6	RUIM	40,9	RUIM	47,2	RUIM
2003	46,8	RUIM	44	RUIM	37,4	RUIM	43	RUIM
2004	51,3	MÉDIO	48,8	RUIM	40,7	RUIM	48,8	RUIM
2005	58,6	MÉDIO	ND	ND	35,7	RUIM	ND	ND
2006	50,7	MÉDIO	48,5	RUIM	49,1	RUIM	47,4	RUIM
2007	54,2	MÉDIO	56,4	MÉDIO	45,3	RUIM	40,9	RUIM
2008	50,7	MÉDIO	48,8	RUIM	63,1	MÉDIO	47	RUIM
2009	56,1	MÉDIO	50,7	MÉDIO	52,5	MÉDIO	48,3	RUIM
2010	49,5	RUIM	43	RUIM	37,1	RUIM	50,8	MÉDIO
2011	46,7	RUIM	50,4	MÉDIO	48,3	RUIM	50,3	MÉDIO
2012	54,3	MÉDIO	46,2	RUIM	43,8	RUIM	48,6	RUIM
2013	32,3	RUIM	46,9	RUIM	44,4	RUIM	42,1	RUIM
2014	45,9	RUIM	45,1	RUIM	40,5	RUIM	46	RUIM
2015	52,3	MÉDIO	50,1	MÉDIO	38,4	RUIM	44,8	RUIM
2016	53,7	MÉDIO	50	MÉDIO	45,2	RUIM	42,7	RUIM

Figura 8: Resultados do cálculo de IQA – Estação PB023

Fonte: IGAM (2017).

As piores condições de qualidade de água, com mais classificações ruins, ocorreram nos dois últimos trimestres dos anos, possivelmente devido às condições pluviométricas que altera a vazão do rio e, por conseguinte, a capacidade de diluição dos poluentes. Os gráficos dos resultados encontrados nas duas estações (Figura 9), fica clara a menor variação dos índices na estação PB022. Os resultados são piores na estação PB023, refletindo as alterações impostas pela zona urbana.

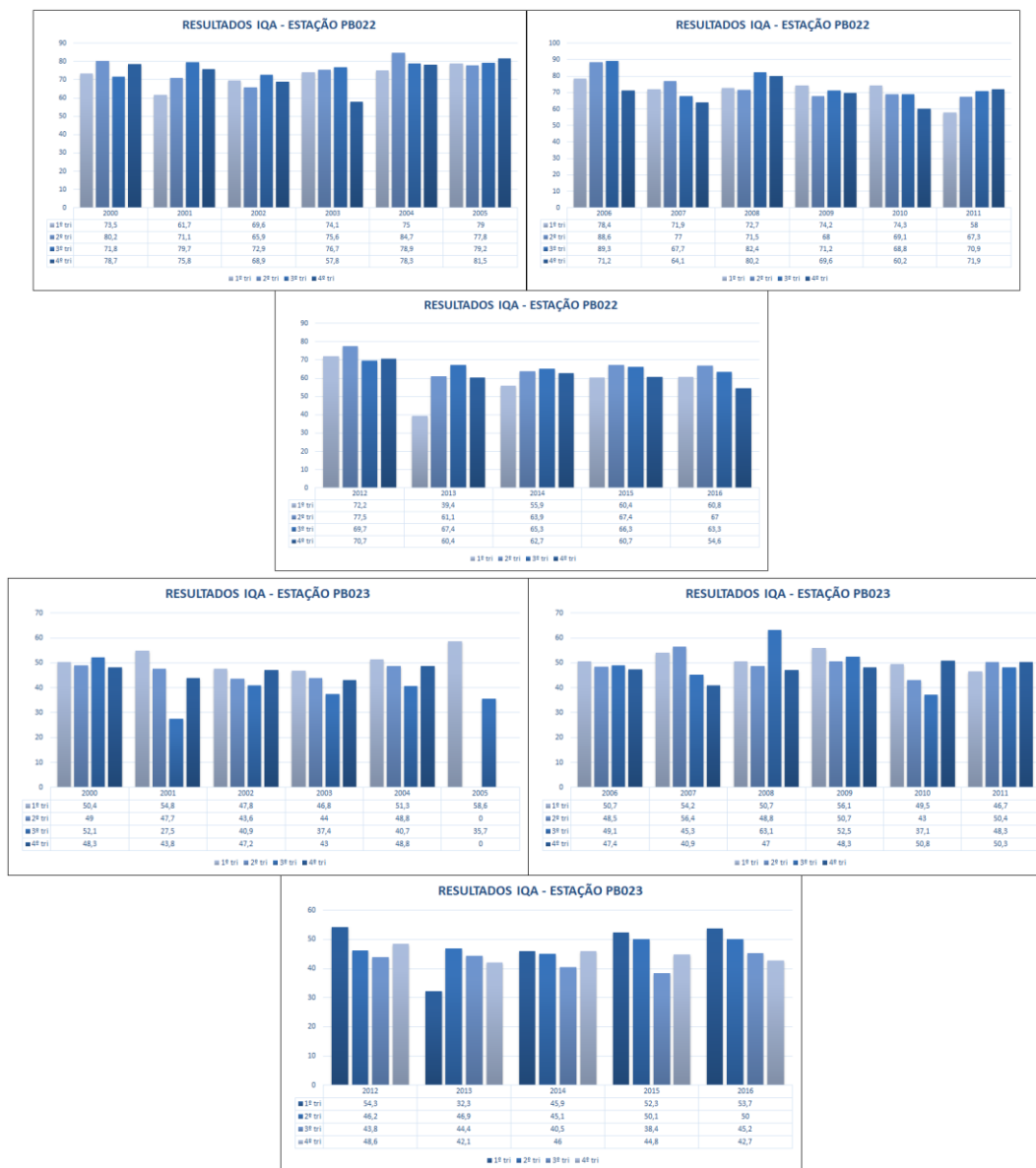


Figura 9: Variação dos dados de IQA – Estações PB022 e PB023
Fonte: IGAM (2017).

CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS

A segunda parte do objetivo da pesquisa inclui o levantamento da contaminação por elementos tóxicos das águas do rio Uberabinha, utilizando a calculadora fornecida pelo próprio IGAM. Os dados estão demonstrados nas tabelas 7 e 8 para a estação PB022 e nas tabelas a seguir (Figuras 10 e 11) para a estação PB023. Os dados referem-se a nitrogênio amoniacal total,



pH, arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre, cromo, mercúrio e zinco.

DADOS PARA CÁLCULO DE CONTAMINAÇÃO POR TÓXICO - CT - ESTAÇÃO PB022											
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO								
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	PB-022	1º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
		2º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
		3º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
		4º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1
pH	PB-022	1º	6,2	6,43	6,15	5,8	5,7	6,4	6,9	6,6	6,6
		2º	6,2	6,1	6,02	6,4	6,4	6	6,6	6,2	6,2
		3º	6,49	6,45	5,41	6,2	6,4	6,1	6,7	6,2	6,2
		4º	6,5	6,29	5,55	5,6	7,1	7,3	6,2	5,6	5,6
Arsênio total (mg/L)	PB-022	1º	0,0019	0,0003	0,0003	0,0003	0,0015	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bário total (mg/L)	PB-022	1º	0,2	0,011	0,011	0,006	0,047	0,012	0,009	0,01	0,01
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,014	0,011	0,011	0,011	0,01	0,01	0,01	0,006
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio total (mg/L)	PB-022	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0007	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Chumbo total (mg/L)	PB-022	1º	0,0005	0,005	0,009	0,0005	0,009	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,005	0,008	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0005	0,005	0,005	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,007	0,005	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Cianeto livre (mg/L)	PB-022	1º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre dissolvido (mg/L)	PB-022	1º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004	0,004
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004	0,004
		3º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004	0,004
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004	0,004
Cromo total (mg/L)	PB-022	1º	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fenóis totais (mg/L)	PB-022	1º	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001
		2º	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
		3º	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
		4º	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Mercúrio total (mg/L)	PB-022	1º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L)	PB-022	1º	0,03	0,03	0,09	0,05	0,06	0,09	0,05	0,01	0,01
		2º	0,1	0,01	0,06	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05
		3º	0,04	0,01	0,05	0,04	0,06	0,02	0,04	0,03	0,03
		4º	0,02	0,02	0,01	0,06	0,03	0,11	0,01	0,03	0,03
Nitrito (mg/L)	PB-022	1º	0,001	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003
		2º	0,002	0,002	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002
		4º	0,001	0,003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco total (mg/L)	PB-022	1º	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Figura 10: Dados de entrada para cálculo de CT – Estação PB022 – 2000/2007

Fonte: IGAM (2017).



DADOS PARA CÁLCULO DE CONTAMINAÇÃO POR TÓXICO - CT - ESTAÇÃO PB022											
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	PB-022	1º	0,1	0,1	0,14	0,1	0,1	0,19	0,17	0,1	0,11
		2º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,49	0,1	0,1	0,1
		3º	0,2	0,1	0,1	0,13	0,13	0,1	0,1	0,1	0,1
		4º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
pH	PB-022	1º	6,4	5,6	5,8	5,2	6,7	5,2	5,5	6,1	6,1
		2º	5,2	5,8	5	5,5	6,6	5,8	5,1	6,8	6
		3º	5,6	5,7	5,6	5,9	6,4	5,7	5,8	7,4	6,1
		4º	5,3	7,2	5,2	6,3	6,1	6,4	6,8	6,6	6
Arsênio total (mg/L)	PB-022	1º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,001	0,00155
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,001	0,001	0,001
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bário total (mg/L)	PB-022	1º	0,009	0,0116	0,009066	0,0078	0,0088	0,0202	0,0112	0,0116	0,0164
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,011	0,0081	0,0127	0,0105	0,0115	0,0114	0,0125	0,0129	0,0084
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio total (mg/L)	PB-022	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	ND	ND	ND	ND
Chumbo total (mg/L)	PB-022	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	ND	ND	ND	ND
Cianeto livre (mg/L)	PB-022	1º	ND	ND	0,01	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	ND	0,01	0,01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,008
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre dissolvido (mg/L)	PB-022	1º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		2º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		3º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		4º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Cromo total (mg/L)	PB-022	1º	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		2º	ND	ND	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		3º	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		4º	ND	ND	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Fenóis totais (mg/L)	PB-022	1º	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		2º	0,001	0,002	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		4º	0,001	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercúrio total (mg/L)	PB-022	1º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L)	PB-022	1º	0,03	0,07	0,07	0,07	0,1	0,38	0,13	0,1	0,1
		2º	0,18	0,1	0,13	0,1	0,1	0,15	0,1	0,18	0,1
		3º	0,01	0,06	0,12	0,16	0,2	0,32	0,1	0,1	0,1
		4º	0,06	0,04	0,04	0,08	0,04	0,61	0,14	0,1	0,1
Nitrito (mg/L)	PB-022	1º	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,006	0,002	0,002	0,005
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,002	0,006	0,002	0,003	0,002	0,003	0,001	0,004	0,002
		4º	ND	ND	ND	ND	0,003	ND	ND	ND	ND
Zinco total (mg/L)	PB-022	1º	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0279	0,02	0,02	0,0318
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,04	0,0287	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Figura 11: Dados de entrada para cálculo de CT – Estação PB022 – 2008/2016
Fonte: IGAM (2017).

Diferentemente da situação dos dados referentes ao IQA, os dados necessários para o cálculo de CT não estavam completos. Desta maneira, como está exposto nas tabelas, não foi possível obter os resultados para todos os trimestres dos 17 anos do intervalo temporal definido para a pesquisa. Dos 68 resultados esperados, foi possível calcular os níveis de contaminação tóxica em 15 trimestres na estação PB022.



Da mesma forma que o IQA, os valores dos parâmetros envolvidos no cálculo da CT da estação PB022 se mostraram melhores se comparados aos da estação PB023, conforme apresentado pelas tabelas seguintes (Figuras 12 e 13).

DADOS PARA CÁLCULO DE CONTAMINAÇÃO POR TÓXICO - CT - ESTAÇÃO PB023										
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO							
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	PB-023	1º	0,1	0,2	1,5	0,1	0,1	0,6	0,4	0,5
		2º	1,8	2,8	1,9	2,2	1,6	1,2	4,8	2,5
		3º	0,8	0,1	4,2	3,8	8,7	7,4	7,5	4,4
		4º	0,3	1,8	1,3	1,1	4	ND	0,4	1,8
pH	PB-023	1º	6,6	6,86	6,64	6,4	6,8	6,7	6,7	6,8
		2º	7,1	6,58	6,45	6,5	6,8	6,3	6,9	6,6
		3º	6,9	6,78	6,05	6,5	7,2	6,6	7,1	6,8
		4º	7	6,74	6,23	6,3	7,2	ND	6,8	6,4
Arsênio total (mg/L)	PB-023	1º	0,0015	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bário total (mg/L)	PB-023	1º	0,2	0,021	0,02	0,014	0,061	0,015	0,016	0,019
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,033	0,023	0,028	0,026	0,018	0,023	0,021
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio total (mg/L)	PB-023	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Chumbo total (mg/L)	PB-023	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Cianeto livre (mg/L)	PB-023	1º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre dissolvido (mg/L)	PB-023	1º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004
		3º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,004	0,004
Cromo total (mg/L)	PB-023	1º	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fenóis totais (mg/L)	PB-023	1º	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
		2º	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
		3º	0,002	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003
		4º	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	ND	0,001	0,003
Mercúrio total (mg/L)	PB-023	1º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L)	PB-023	1º	0,12	0,17	0,24	0,17	0,39	0,29	0,09	0,09
		2º	0,26	0,12	0,08	0,23	0,14	0,27	0,05	0,96
		3º	0,61	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05	0,1
		4º	0,1	0,06	0,13	0,19	0,06	ND	0,01	0,07
Nitrito (mg/L)	PB-023	1º	0,012	0,087	0,067	0,019	0,127	0,025	0,027	0,034
		2º	0,073	0,041	0,06	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,047	0,008	0,009	0,01	0,013	0,017	0,009	0,08
		4º	0,053	0,051	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco total (mg/L)	PB-023	1º	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Figura 12: Dados de entrada para cálculo de CT – Estação PB023 – 2000/2007



Fonte: IGAM (2017).

DADOS PARA CÁLCULO DE CONTAMINAÇÃO POR TÓXICO - CT - ESTAÇÃO PB023											
Parâmetros	Estação	Trimestre	ANO								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	PB-023	1º	0,4	0,43	1,4	0,33	6,28	1,19	5,34	0,94	0,53
		2º	1	1,83	3,32	1,1	2,55	5,67	4,97	2,52	2,5
		3º	3,1	2,68	6,68	5,16	10	9,86	9,55	0,87	0,39
		4º	2,1	0,66	1,1	1,54	3,44	3,77	0,61	0,33	0,1
pH	PB-023	1º	6,4	5,9	6,1	6,1	6,9	6	7	7	6,1
		2º	5,9	6,2	6,2	5,8	7,1	6,7	6,8	7,4	6,8
		3º	6,6	6,6	6,4	6,7	7,4	7,1	7,3	6,7	7,3
		4º	6,4	6,9	6,2	6,9	6,6	6,8	6,8	6,3	6,8
Arsênio total (mg/L)	PB-023	1º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,001	0,001	0,001
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,00122	0,001	0,001
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bário total (mg/L)	PB-023	1º	0,021	0,0167	0,015541	0,0235	0,0195	0,0498	0,0201	0,0162	0,0132
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,052	0,016	0,0285	0,0792	0,0545	0,0198	0,0317	0,0392	0,016
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio total (mg/L)	PB-023	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Chumbo total (mg/L)	PB-023	1º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005
		2º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005
		3º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005
		4º	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cianeto livre (mg/L)	PB-023	1º	ND	ND	0,01	0,009	0,002	0,008	0,044	0,002	0,002
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	ND	0,01	0,01	0,007	0,002	0,009	0,002	0,002	0,006
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre dissolvido (mg/L)	PB-023	1º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		2º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		3º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		4º	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Cromo total (mg/L)	PB-023	1º	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		2º	ND	ND	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		3º	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		4º	ND	ND	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Fenóis totais (mg/L)	PB-023	1º	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		2º	0,001	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		3º	0,002	0,001	0,001	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		4º	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Mercúrio total (mg/L)	PB-023	1º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		2º	ND	ND	ND	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		3º	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		4º	ND	ND	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,02
Nitrito (mg/L)	PB-023	1º	0,17	0,061	0,109	0,024	0,345	0,1	0,19	0,012	0,051
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,196	0,199	0,021	0,039	0,082	0,322	0,038	0,081	0,087
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco total (mg/L)	PB-023	1º	0,03	0,02	0,030573	0,02	0,0241	0,0706	0,0814	0,02	0,025
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,02	0,0224	0,023	0,0392	0,02	0,02	0,0848	0,067	0,02
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Figura 13: Dados de entrada para cálculo de CT – Estação PB023 – 2008/2016

Fonte: IGAM (2017).

A partir dos resultados apresentados nas tabelas (Figuras 14 e 15) percebe-se que o nível de contaminação permaneceu classificado como baixo, com exceção do último trimestre quando os níveis de cianeto livre ficaram acima do estabelecido, modificando a classificação para alta. Para a estação PB023, dentro do universo dos 15 resultados de CT, foram observadas 9



classificações como baixa e em 6 oportunidades a classificação obtida foi alta, indo de encontro com o que foi observado nas análises de IQA. Nesse sentido, fica clara a magnitude da variação causada pela passagem das águas pela cidade.

RESULTADOS CONTAMINAÇÃO TÓXICA - CT - ESTAÇÃO PB022				
	1º tri	2º tri	3º tri	4º tri
	Contaminação	Contaminação	Contaminação	Contaminação
2000	ND	ND	ND	ND
2001	ND	ND	ND	ND
2002	ND	ND	ND	ND
2003	ND	ND	ND	ND
2004	ND	ND	ND	ND
2005	ND	ND	ND	ND
2006	ND	ND	ND	ND
2007	ND	ND	ND	ND
2008	ND	ND	ND	ND
2009	ND	ND	BAIXA	ND
2010	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2011	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2012	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2013	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2014	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2015	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2016	BAIXA	ND	ALTA	ND

Figura 14: Resultados do cálculo de CT – Estação PB022 – 2000/2016
Fonte: IGAM (2017).

RESULTADOS CONTAMINAÇÃO TÓXICA - CT - ESTAÇÃO PB023				
	1º tri	2º tri	3º tri	4º tri
	Contaminação	Contaminação	Contaminação	Contaminação
2000	ND	ND	ND	ND
2001	ND	ND	ND	ND
2002	ND	ND	ND	ND
2003	ND	ND	ND	ND
2004	ND	ND	ND	ND
2005	ND	ND	ND	ND
2006	ND	ND	ND	ND
2007	ND	ND	ND	ND
2008	ND	ND	ND	ND
2009	ND	ND	BAIXA	ND
2010	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2011	ALTA	ND	ALTA	ND
2012	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2013	ALTA	ND	ALTA	ND
2014	ALTA	ND	BAIXA	ND
2015	BAIXA	ND	BAIXA	ND
2016	BAIXA	ND	ALTA	ND

Figura 15: Resultados do cálculo de CT – Estação PB023 – 2000/2016
Fonte: IGAM (2017).

CONCLUSÕES

Apesar de figurar nas melhores posições no ranking de saneamento básico no Brasil elaborado pelo “Instituto Trata Brasil” em 2018, os resultados desta pesquisa mostraram que há problemas no que se refere ao tratamento dos esgotos da cidade de Uberlândia. As condições das



águas apresentadas na estação a montante e a jusante da área urbana demonstram tal fato, embora já fosse esperado certo grau de piora nos indicadores.

Na estação a jusante de Uberlândia não houve sequer uma ocorrência de IQA com qualidade boa. Em vários trimestres, sobretudo os mais recentes, os dados de CT também indicam contaminação além dos limites aceitáveis. A análise das variáveis incluídas no IQA demonstra valores bem acima dos estabelecidos para um curso d'água classe 2 devido ao lançamento irregular de esgoto sanitário e efluentes industriais. A quantidade de coliformes, por exemplo, ultrapassa o recomendado em todas as amostras da estação PB023 e na maioria das amostras da estação PB022. A DBO ficou além do recomendado em 18 amostragens da estação PB023, bem como as concentrações de nitrato e de fósforo, que se apresentaram fora do estabelecido em 29 resultados.

O lançamento de esgotos no trecho urbano é ainda intenso. Os dados divulgados e considerados nas comparações entre os municípios brasileiros e expostos pela mídia estão equivocados. Provavelmente desconsideram os lançamentos das extensas áreas de ocupação irregular que existem na cidade. O manejo inadequado dos insumos agrícolas também pode ser citado como fonte de tal desequilíbrio encontrado em alguns parâmetros analisados na estação situada a montante da área urbana.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília-DF, 2005. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

BRASIL. **Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado**: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: MMA, 2015. 67 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em 17 de out. de 2017.

FERREIRA, V.; CUPOLILLO, F. (2016) **Diagnóstico, zoneamento, planejamento e gestão ambiental na dimensão territorial**: diferenças e complementos. Revista Brasileira de Geografia Física UFPE v.09, n.05, 1428-1440.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. Mapa Brasil Climas, escala 1:5.000.000, 1978, com adaptações. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf> acesso em 09 de junho de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Panorama Cidades, 2019. **Uberlândia**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama>>. Acesso em: 20 de mar. de 2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Índice de Qualidade das Águas**. 2012. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas>. Acesso em: 30 set. 2017.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Índice de Qualidade das Águas**. 2017. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas>>. Acesso em: 30 set. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. 2018. **Ranking do Saneamento 2018**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em 01 de mai. de 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. 2019. **Ranking do Saneamento 2019**. Disponível em: <http://tratabrasil.com.br/images/estudos/itb/ranking-2019/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2019_v11_NOVO.pdf>. Acesso em 20 de mar. de 2020.

JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932 p. 1995.

MONTEIRO, R. T. R.; DELLAMATRICE, P. M. **Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1296-1301, 2014.

OLIVEIRA, C.N.; CAMPOS, V.P.; MEDEIROS, Y.D.P. **Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano**: estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. Química Nova, Vol. 33, No. 5, 1059-1066, 2010.

PEDROSO, L. B. **Qualidade ambiental das águas superficiais da bacia hidrográfica do ribeirão da areia, municípios de Buriti Alegre e Morrinhos Goiás**. 203 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

PEREIRA, R. F. **Estudo do impacto da variação dos parâmetros no cálculo final do Índice de Qualidade da Água (IQA) como critério de classificação dos corpos hídricos superficiais**. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. **Análise da paisagem e proposição de zoneamento ambiental da bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais**. Caderno de Geografia, v.28, n.53, 2018, p. 404-427.

ROSA, R. M. **Unidades de paisagem e zoneamento**: subsídios para o planejamento ambiental na bacia do rio Uberabinha-MG. 118 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.



UBERLÂNDIA. **Lei nº 11.291**, 2012 Institui o plano municipal de saneamento básico do município de Uberlândia. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/MG/UBERLANDIA/A11291-2012.zip>. Data de acesso: 12 out. 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Volume 1. 3.ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica. O terceiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado.