

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MARCELO DE SOUZA CALMON

**LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E
CARACTERIZAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS DO RIO
UBERABINHA A MONTANTE E A JUSANTE DA ZONA URBANA DE
UBERLÂNDIA.**

UBERLÂNDIA

2018

MARCELO DE SOUZA CALMON

**LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E
CARACTERIZAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS DO RIO
UBERABINHA A MONTANTE E A JUSANTE DA ZONA URBANA DE
UBERLÂNDIA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira
Ferreira

UBERLÂNDIA

2018

MARCELO DE SOUZA CALMON

**LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E
CARACTERIZAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS DO RIO
UBERABINHA A MONTANTE E A JUSANTE DA ZONA URBANA DE
UBERLÂNDIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geografia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito obrigatório para
obtenção do título de bacharel em Geografia, pela
seguinte banca examinadora:

Uberlândia, 29 de novembro de 2018.

Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira

Prof. Dr. Jorge Luis Silva Brito

Rafael Mendes Rosa - Doutorando em Geografia

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 análise da 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 podem ser diferentes dos apresentados. Provavelmente são desconsiderados os lançamentos das extensas áreas de ocupação irregular existentes 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, Uberlândia.

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 of Uberlândia. 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, thermo tolerant 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 may be different from what be presented. 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, Uberlândia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	FUNDAMENTOS CONCEITUAIS.....	11
2.1	Poluição hídrica e qualidade das águas.....	11
2.2	Legislação pertinente à qualidade da água.....	17
3	METODOLOGIA.....	28
4	RESULTADOS.....	32
4.1	Análise dos parâmetros.....	32
4.2	Índice de qualidade das águas - IQA.....	36
4.3	Contaminação por tóxicos - CT.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
6	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso finito, essencial para a existência e para a vida no planeta, no campo das atividades que a humanidade desempenha, é fundamental para a agricultura, para as atividades industriais, para atividades recreativas e sobretudo para o consumo humano direto e indireto no cotidiano.

O desenvolvimento sustentável, em evidência nos dias de hoje, é impossível sem acesso a água em quantidade e qualidade adequadas. A poluição das águas e o desperdício são as principais ameaças ao acesso a água doce e também tornam seu transporte e tratamento cada vez mais complexo e custoso.

Os cursos de água de boa qualidade estão se tornando cada vez mais escassos. Desta maneira, para o acesso à água é necessário 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 estão sendo levadas 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 na 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.

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 agrotóxicos, e também podem se originar nos efluentes de origem agroindustrial que podem estar nos setores rural ou urbano e 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.

O resultado do uso das terras para agricultura, apesar das legislações ambientais específicas existentes para evitar a aplicação excessiva de os agrotóxicos causam uma deterioração generalizada do ecossistema solo em conjunto com a água, além da contaminação dos lençóis freáticos e dos aquíferos subterrâneos.

Há vários problemas associados à agricultura dentre alguns se destaca a salinização, o aumento da concentração de nitratos, a contaminação por pesticidas e o aumento da erosão que acarreta o aumento das partículas de solo em suspensão nos rios e córregos aumentando a turbidez e aumentando a sedimentação no leito dos rios, favorecendo o assoreamento e podendo levar a alterações em seu comportamento durante as cheias.

Com a introdução da irrigação foi possível ampliar a área de terra disponível para a produção agrícola porém a salinização resultante deste processo causa a deterioração de solos anteriormente considerados férteis. 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 estas indústrias liberam na atmosfera concentrações de resíduos tóxicos que podem se combinar com outros elementos já em suspensão na atmosfera gerando outras moléculas com inúmeras propriedades e por fim vem a se precipitar em forma de chuva, tendo como destino final as águas de rios e córregos.

Neste sentido, quando a umidade presente na atmosfera se combina com alguns dos gases produzido pela queima de combustíveis fósseis, se precipitam como chuva ácida e podem

causar acidificação de águas superficiais especialmente em lagos e lagoas, onde há menor movimento das águas.

Saber a origem e a extensão das atividades humanas que influem diretamente no meio ambiente é de suma importância nos dias atuais já que essas atividades aumentaram durante as últimas décadas afetando sobretudo os ecossistemas aquáticos que são fonte de águas para as populações urbanas.

Novos problemas ambientais surgem a partir das novas atividades presentes em nossa sociedade, a escala de atividades socioeconômicas, a urbanização desordenada e sem planejamento, as operações industriais e a agricultura moderna atingiram o ponto em 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.

A cidade de Uberlândia possui, de acordo com o IBGE (2017), mais de 676 mil habitantes. O abastecimento de água ainda depende do rio Uberabinha. Para atender a demanda urbana há dois sistemas de captação de água na bacia. A primeira captação está localizada no rio a montante da área urbana, a unidade Sucupira e a segunda captação está no afluente ribeirão Bom Jardim. Ambas as captações estão interligadas a estações de tratamento de águas. 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 jusante da mancha urbana de Uberlândia, levando em consideração padrões normativos.

De acordo com Schneider (1996) o manancial do rio Uberabinha suportaria fornecer água a uma população máxima de 1 milhão de habitantes, valores estes estimados levando em consideração a ausência de variações relevantes no regime de recarga da bacia do rio Uberabinha. Outro fator importante para se ressaltar é a qualidade das águas disponíveis para captação e uso urbano.

Sabe-se que o município está buscando alternativas mediante captações no rio Araguari, mas isso não diminui a necessidade de cuidar das águas e da qualidade ambiental da bacia do Uberabinha.

Desta maneira, o monitoramento da qualidade das águas serve antes de mais nada como indicador da qualidade ambiental da área de influência do local de monitoramento. Pode indicar se há atividades e interferências, incluindo usos e descartes, que comprometem a qualidade do ambiente resultando em perdas para o ecossistema.

O presente relatório traz os resultados de pesquisa dedicada a avaliar a qualidade da água de acordo com a metodologia utilizada pelo IGAM de acordo com parâmetros

estabelecidos em normas, legislações nacionais e códigos pertinentes a temática de qualidade de água no território brasileiro.

O objetivo desta pesquisa é avaliar os dados obtidos pelas estações de monitoramento a montante e a jusante de Uberlândia no período de 2000 a 2016 as variações dos valores relativos a qualidade da água encontrados e também avaliar de acordo com a metodologia empregada os resultados obtidos no intervalo definido.

Assim a qualidade da água poderá ser enquadrada de acordo com os padrões normativos e também é possível analisar as variações e tendências dos dados obtidos pelas estações, conjugando a interpretação ao uso e ocupação do solo no trecho e também as possíveis causas das alterações no equilíbrio aquático do Rio Uberabinha presentes na zona urbana de Uberlândia.

O relatório está dividido em seis capítulos. A primeira parte é a introdução, onde é feito um panorama geral das raízes e consequências da perda da qualidade da água bem como da importância do monitoramento das variáveis envolvidas para que assim possa ser possível compreender os causadores e a situação atual dos cursos de água usados para abastecimento humano.

O capítulo dois é a revisão conceitual onde são explanados os dados informativos a partir de normas, regulamentos e legislações pertinentes da temática qualidade da água e detalhes mais detalhados acerca das variáveis monitoradas para o desenvolvimento dos índices da qualidade de água.

O terceiro capítulo descreve a metodologia empregada para a obtenção dos dados bem como para a análise e compilação destes dados seguindo estritamente as recomendações e diretrizes dos órgãos envolvidos na avaliação de parâmetros para que a partir daí se tenha dados confiáveis e reais da situação apresentada no período da pesquisa.

Já na quarta parte são apresentados os resultados, os dados obtidos das estações e os resultados das avaliações geradas pela calculadora de IQA fornecida pelo IGAM e também os dados e resultados fornecidos pela calculadora de contaminação por tóxicos também fornecido pelo IGAM contemplando o período mencionado.

Por fim serão apresentadas as conclusões e análises sobre os dados obtidos e a análise geográfica dos resultados, visando uma leitura abrangente dos segmentos de interesse envolvidos e os preceitos técnicos, levando em conta as variações causadas pela espacialidade construída na área de interesse da pesquisa.

2 REVISÃO CONCEITUAL

2.1 Poluição hídrica e qualidade das águas

A poluição de um corpo hídrico pode ocorrer como resultante de fenômenos naturais, antrópicos e pela somatória de ambos. A adição de qualquer substância sólida, líquida ou gasosa em um 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 que a partir da elevação da temperatura pode fazer com que diversas características físico-químicas da água sejam alteradas temporariamente ou definitivamente.

As condições naturais da bacia hidrográfica mesmo que preservada pode alterar a qualidade das águas. A precipitação atmosférica na bacia tem como resultante o escoamento superficial e também a infiltração. 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 oriundos de escavações ou construções são os principais responsáveis pela alteração das águas.

Já na área rural estão presentes outros focos de alteração da qualidade das águas. Com a necessidade de aumento da produção e visando eliminar pragas e organismos danosos as culturas são empregados diversos agrotóxicos e fertilizantes. Os agrotóxicos usados são danosos não só as pragas que visam combater e sim a praticamente todos os seres vivos em contato com estes químicos.

Os fertilizantes são ricos em nitrogênio, sendo este elemento vital para o crescimento de algas e vegetais pode alterar significativamente a composição da água fazendo com que os ambientes aquáticos fiquem fora dos intervalos naturais favorecendo o aumento da quantidade de algas levando a consequente eutrofização dos corpos hídricos.

A má qualidade da água pode ser o resultado de processos naturais, mas é mais frequentemente associada a atividades humanas e está intimamente ligada ao desenvolvimento

industrial, crescimento das cidades e aumento das atividades agrícolas. A degradação da qualidade da água diminui sua disponibilidade prejudicando os seres humanos e os ecossistemas que dela dependem.

Alterações na qualidade ambiental podem ser associadas a mudanças nos parâmetros da qualidade da água, como 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.

A consequência do descarte de efluentes onde cianetos livres estão presentes é a alteração da qualidade da água, impactando diretamente na vida da fauna aquática e no uso da água pelo homem. Os cianetos livres são tóxicos para a vida animal, já que sua atuação no sistema biológico causa o bloqueio do transporte de oxigênio no metabolismo, afetando essencialmente os processos vitais dos seres vivos.

Durante a revolução industrial do século XIX, as águas superficiais contaminadas resultaram em sérios problemas de saúde humana, incluindo surtos de febre tifoide e cólera. Para mitigar o problema da poluição hídrica se deu o início do desenvolvimento de redes de esgoto e instalações de tratamento de água nas áreas urbanas.

Desde a década de 1940, com o desenvolvimento e a produção de novos produtos químicos sintéticos utilizados na agricultura e sobretudo na indústria acarretaram profundos efeitos sobre a qualidade da água. A eutrofização das águas superficiais causada pelos efluentes agrícolas e humanos, a nitrificação das águas subterrâneas decorrentes da agricultura moderna afetou grandes áreas no planeta.

Nos dias atuais a acidificação das águas superficiais pela poluição do ar é um fenômeno constante e pode ameaçar a vida aquática. Além de poder ocorrer o transporte por longas distâncias de poluentes no ar podendo se tornar uma fonte significativa de degradação da qualidade da água não só localmente.

Com a urbanização e seus problemas decorrentes da falta de planejamento, o crescimento da população urbana e o aumento das taxas de consumo levaram a uma maior extração de recursos, há uma demanda maior de atividades de mineração, silvicultura, criação de animais para o abate ente outros processamentos industriais de materiais que são consumidores de grandes quantidades de água.

A mudança das vazões dos rios por conta da instalação de usinas hidrelétricas também pode influenciar a ocorrência de substâncias nocivas e possivelmente poluidoras em seus

reservatórios, decorrentes de acúmulo e represamento, mudando de um ambiente lótico para lêntico. O incentivo para construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH fez aumentar o número desses empreendimentos no Brasil.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL há instaladas no Brasil 432 PCH em praticamente todos os estados. No presente estudo que se refere das águas superficiais do Rio Uberabinha encontramos a presença de 2 PCH que produzem energia localizadas à jusante da área urbana de Uberlândia.

A poluição dos rios por matéria orgânica é um problema crônico que enfrentamos no Brasil, porém já foi em grande parte solucionado nos países desenvolvidos. A questão da compreensão do fenômeno do consumo do oxigênio dissolvido (OD) após o lançamento de esgotos é fundamental para a determinação da qualidade permitida para o efluente, nível de tratamento além da remoção da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Desta forma, o entendimento do consumo do oxigênio dissolvido e a autodepuração dos rios, processos naturais através dos quais as águas dos rios se recuperam faz-se necessário também para compreender a dinâmica da poluição hídrica. A autodepuração está ligada ao restabelecimento do equilíbrio em um meio aquático após as alterações induzidas pelos despejos afluentes (Von Sperling, 2007).

Para o entendimento do enquadramento das águas em classes, deve ser levado em conta este conceito. Um curso d'água pode ser considerado depurado mesmo que não esteja totalmente limpo e ainda pode apresentar organismos patogênicos, porém para as classes de enquadramento esta condição pode estar aceitável se suas características não estiverem conflitantes com sua utilização prevista, de acordo com os trechos deste mesmo rio.

Esta abordagem deve ser levada em conta pois não há depuração completa natural, as águas atingem um novo equilíbrio, porém em condições diferentes das anteriores. O conhecimento da capacidade de autodepuração das águas é necessário para poder utilizar a capacidade de assimilação de matéria orgânica dos rios e também impedir o lançamento de poluentes acima da capacidade de depuração máxima neste trecho.

Para Von Sperling (2007) estas opções são de grande ajuda para países em desenvolvimento onde não possuindo recursos suficientes para o completo tratamento das águas antes de devolvê-las a natureza podem assim utilizar os próprios rios como complemento para o tratamento dos esgotos, desde que respeitado os limites naturais de autodepuração.

A poluição por excesso de matéria orgânica em um rio tem como principal consequência a queda dos níveis de OD devido a respiração dos microrganismos que se multiplicam por conta

da abundância de matéria para decompor. Ao se alimentar destes dejetos sua população aumenta em número e conseqüentemente há o aumento do consumo de oxigênio.

Desta forma, a redução dos níveis de OD é estendida a todas as espécies aquáticas que dependem dele para a sobrevivência. O oxigênio dissolvido nas águas tem seu balanço regulado por entradas e saídas, é um sistema definido por três fenômenos que consomem oxigênio e dois fenômenos que inserem oxigênio na água.

A respiração dos organismos que decompõe a matéria orgânica é chamada oxidação e corresponde ao principal fator de consumo de oxigênio (VON SPERLING, 2007). Outra forma de consumo de oxigênio é a demanda bentônica ou demanda de oxigênio pelo sedimento que ocorre na camada superior do lodo do fundo do corpo hídrico.

Esta demanda se dá através de subprodutos da decomposição anaeróbia que podem atravessar a camada aeróbia do lodo e se difundir na massa líquida, desta forma exercendo uma demanda de oxigênio. Além deste processo, o revolvimento da camada de lodo causado episodicamente por aumento da vazão ou velocidade de escoamento das águas. Este lodo por não estar consolidado demandará oxigênio para sua estabilização.

A nitrificação se apresenta como outro processo de oxidação, a transformação da amônia em nitritos e a conseqüente transformação do nitrito em nitrato demanda consumo de oxigênio para estas reações. A energia para estas reações é obtida por meio da oxidação de inorgânicos com oxigênio presente em sua fórmula.

Já a quantidade de oxigênio dissolvido em um corpo d'água pode ser oriundo de aeração atmosférica, que é o principal responsável pela introdução deste elemento no corpo hídrico, sobretudo em águas turbulentas. Assim são criadas novas interfaces possíveis de haver a troca gasosa entre os meios.

A segunda forma de introdução de oxigênio no meio líquido é a fotossíntese. Este processo que apresenta reação contrária a da respiração, fixando a energia luminosa e formando moléculas de glicose e posteriormente liberando o oxigênio como um subproduto deste processo.

Para a realização deste processo é necessária a incidência de luz solar que penetre diretamente o meio líquido, para tal acontecimento é necessário que não ocorra turbidez em excesso sobretudo decorrentes de sólidos em suspensão e de partículas de fundo ou de solo desagregado.

Diversas são as formas de controle da poluição por matéria orgânica nas águas. As análises e estratégias devem conter uma análise regional da bacia hidrográfica em que os rios estão contidos e dentro deste 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.

Além da matéria orgânica, outros materiais podem estar presentes dissolvidos ou em suspensão em um corpo hídrico. De natureza biológica, microrganismos patogênicos podem estar presentes e o consumo destas águas podem elevar o risco de contrair diversas doenças, de gastroenterites leves até doenças fatais.

O guia para qualidade de água potável para consumo da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2003 lista diversos organismos entre vírus, protozoários e bactérias, suas fontes e ocorrências, doenças causadas bem como seu tipo de transmissão, seus sintomas e o significado sanitário como sendo observações acerca destas patologias e históricos.

Da referida lista, como exemplo do potencial danoso que a presença destes organismos em corpos d'água para consumo humano podemos destacar um surto de criptosporidiose, infecção que é causada por um protozoário parasita de células intestinais de animais e seres humanos o *C. parvum* na cidade de Milwaukee nos Estados Unidos (SPOSITO, 1994).

Este surto ocorreu em 1993, e o protozoário associado ao surto estava presente no suprimento público de água da cidade e resultou em cerca de 403.000 pessoas com doença diarreica. O cisto deste protozoário é resistente ao cloro presente no tratamento de águas, e são encontrados na natureza em diversos corpos d'água (SPOSITO, 1994).

Ainda de acordo com a OMS, morrem de diarreia a cada ano no mundo em desenvolvimento 1,5 milhão de crianças, destas mortes 88% são atribuídas a má qualidade da água, falta de saneamento ou higiene e apenas 39% destas crianças recebe tratamento adequado a estes males.

De natureza química, diversas substâncias podem estar presentes e comprometer ou até mesmo inviabilizar o tratamento posterior das águas desta forma também devem ser levadas em consideração para o entendimento da poluição hídrica.

A diferença básica entre os riscos à saúde que as substâncias químicas e as microbiológicas podem causar pelo consumo de água é que os problemas associados ao consumo de águas com substâncias químicas dependem de um tempo maior de exposição para terem seus efeitos alcançados.

Somente no caso de uma contaminação massiva de determinado produto químico em um curso d'água, decorrente de um acidente ou vazamento poderia hipoteticamente levar a problemas para a saúde humana dos que eventualmente forem expostos.

A OMS considera os contaminantes químicos em uma categoria de menor criticidade do que os contaminantes microbiológicos. Os valores máximos de potabilidade definem a ingestão diária tolerável para seres humanos. As substâncias químicas podem levar a elevada corrosão nas infraestruturas de bombeio e tratamento de água.

Por outro lado, as alterações nas características de natureza físicas da água podem indicar mudanças na qualidade da água e também são percebidas facilmente pela percepção humana e desta maneira faz-se necessário um entendimento dessas condições para evitar que consumidores possam rejeitar fontes de água esteticamente inaceitáveis, porém seguras enquanto podem consumir águas de fontes esteticamente agradáveis, mas por outro lado inseguras.

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 fito plâncton e em alta concentração podem reduzir a fotossíntese de plantas aquáticas.

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

Também estão presentes fatores hidrológicos que levam ao escoamento superficial levando à lixiviação de matéria orgânica e dos nutrientes do solo, além de processos biológicos dentro do ambiente aquático que podem alterar a composição da água. Desta maneira a água no ambiente natural contém muitas substâncias dissolvidas e partículas não dissolvidas.

A qualidade da água necessária para cada tipo de uso, assim como os critérios utilizados que avaliam a qualidade da água. De acordo com a CONAMA nº 357/2005 do Ministério do Meio Ambiente, os padrões mais elevados de pureza são requeridos para o consumo por humanos, enquanto é aceitável utilizar água de menor qualidade em alguns processos industriais.

A degradação da qualidade da água e de suas características físicas e químicas devido a influências antrópicas é muitas vezes gradual e lenta. No estudo da biologia as sutis adaptações dos ecossistemas aquáticos a essas mudanças nem sempre podem ser facilmente detectadas até ocorrer uma mudança dramática na condição do ecossistema. O que pode vir a ser na forma de um colapso como por exemplo a mortandade em grande escala de peixes.

Desta maneira a qualidade da água é determinada pela comparação das características físicas e químicas de uma amostra de água com normas, códigos, leis ou padrões de qualidade da água. Espera-se que as diretrizes e padrões de qualidade da água potável sejam elaborados de forma a permitir o acesso e a provisão de água limpa e segura para consumo humano, tendo a proteção da saúde humana como primordial.

2.2 Legislação pertinente à qualidade da água

De acordo com Von Sperling (2007) os parâmetros de qualidade das águas são nada mais os constituintes que definem a qualidade de uma água. Estes diversos componentes que estão presentes e conseqüentemente alteram o seu grau de pureza podem ser sistematizados de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas.

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 d'água. 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 e seu padrão de potabilidade.

Esta portaria dispõe em seu art. 3º que toda água destinada ao consumo humano, distribuída por meio de sistema ou meios alternativos de abastecimento de água deve ser objeto de vigilância do controle de sua qualidade.

O art. 13º define que o responsável pelo sistema deve manter avaliação sistemática do sistema com base em critérios de ocupação da bacia contribuinte ao manancial, suas características históricas, características físicas do sistema, práticas disponíveis e sobretudo na qualidade da água distribuída conforme princípios e recomendações da OMS ou definidos pelas diretrizes vigentes no Brasil.

Os planos de amostragem definidos pelo art. 40º estabelece que o responsável pelo controle da qualidade das águas deve coletar amostras de água bruta semestralmente no ponto de captação para análise e avaliação de riscos à saúde humana de acordo com planos de amostragem mínimos expressos na portaria.

De acordo com a portaria 2.914/2011, deve-se fazer o monitoramento de cianobactérias, com objetivo de identificar os gêneros presentes na frequência estipulada pelo anexo XI da

referida portaria. Quando a densidade de cianobactérias (células/ml) for menor ou igual a 10.000 o monitoramento deve ser mensal, quando a densidade for superior a 10.000 o monitoramento deverá ser feito semanalmente.

Em complemento a esse monitoramento a portaria recomenda a análise da clorofila-a no manancial, pois este elemento é um indicador do potencial aumento de cianobactérias. Quando o número de cianobactérias alcançar 20.000 (células/ml) mais coletas se fazem necessárias no manancial.

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. Concentrando em um único resultado os valores de nove parâmetros encontrados nas águas de acordo com os pesos apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA.

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.

Fonte: IGAM, 2012.

Onde o IQA pode variar de 1 a 100 e os pesos atribuídos aos parâmetros são em função de sua importância na qualidade e podem variar entre 0 e 1. A partir dos resultados obtidos por esta metodologia pode-se chegar a classificação da qualidade dos corpos d'água baseando-se no IQA de acordo com o quadro 2 demonstrado a seguir.

Quadro 2 - Classificação do índice de qualidade das águas – IQA

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

Fonte: IGAM, 2012.

Complementarmente as informações geradas pelo IQA, o IGAM adota também outros indicadores de qualidade de água. Já a análise de Contaminação por Tóxicos (CT) analisa 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 nas análises da água são comparados assim determinando sua classificação. A contaminação por tóxicos é caracterizada como sendo baixa, média ou alta de acordo com o quadro 3.

Quadro 3 - Classificação da Contaminação por Tóxico – CT

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
BAIXA	Concentração $\leq 1,2 \times P^*$
MÉDIA	$1,2 \times P < \text{Concentração} \leq 2 \times P^*$
ALTA	Concentração $> 2 \times P^*$

*P – Limite de classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008. Fonte: IGAM, 2012.

Além destes parâmetros são realizados ensaios de Ecotoxicidade, que avaliam os efeitos prejudiciais das substâncias presentes na água em organismos testes. 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 de um corpo de água a partir destes dados.

Neste contexto 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 de água nos moldes da Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

De acordo com a Política Nacional dos Recursos Hídricos, lei nº 9.433 de 1997 o enquadramento dos corpos d'água em classes segundo seus usos é um instrumento fundamental para a gestão das águas. O objetivo do enquadramento é assegurar a qualidade das águas de acordo com os usos e a diminuição dos custos de combate à poluição.

A legislação ambiental que regula e classifica enquadrando os corpos d'água em classes é a resolução de nº 357/2005 que define enquadramento como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água a ser obrigatoriamente, alcançado ou mantido, em determinado corpo de água, de acordo com seus usos preponderantes, ao longo do tempo.

De acordo com o CONAMA 357/2005 as águas doces são classificadas em especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Estas cinco classificações e seus possíveis usos de suas águas estão detalhados de acordo a resolução nº 357 e disponíveis no quadro 4.

Quadro 4 - Classificação das águas doces e possíveis usos de acordo com as classes.

CLASSE	USOS POSSÍVEIS
ESPECIAL	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
CLASSE 1	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) a proteção das comunidades aquáticas; c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

continua

CLASSE 2	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) a proteção das comunidades aquáticas; c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) a 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; e) a aquicultura e a atividade de pesca.
CLASSE 3	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras c) a pesca amadora; d) a recreação de contato secundário; e e) a dessedentação de animais.
CLASSE 4	<ul style="list-style-type: none"> a) a navegação; e b) a harmonia paisagística.

Fonte: CONAMA, 2005.

De acordo com a resolução nº357/2005 do CONAMA, os padrões de qualidade da água que estão determinados por esta legislação estabelecem limites individuais para a concentração de suas substâncias de acordo com a classe a que se referem.

Para o CONAMA as classes de águas doces devem manter as condições detalhadas nos quadros 5 a 9 dispostas na sequência. Os padrões devem ser respeitadas para efeito de enquadramento. Para efeito, o poder público poderá aumentar as restrições e exigências de medidas adicionais podem se fazer presentes quando a vazão do corpo d'água estiver abaixo da vazão de referência.

Quadro 5- Condições mínimas de qualidade das águas doce classe especial.

CLASSE DE ÁGUA DOCE	CONDIÇÕES
ESPECIAL	Devem ser mantidas as condições naturais do corpo d'água.

Fonte: CONAMA, 2005.

Quadro 6- Condições mínimas de qualidade das águas doce classe 1.

CLASSE DE ÁGUA DOCE	CONDIÇÕES
CLASSE 1	a) não verificação de efeito toxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido. (continua)

CLASSE 1	<p>b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;</p> <p>c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;</p> <p>d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;</p> <p>e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;</p> <p>f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;</p> <p>g) coliforme termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliforme termo tolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termo tolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;</p> <p>h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;</p> <p>i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;</p> <p>j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);</p> <p>l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L;</p> <p>m) pH: 6,0 a 9,0.</p>
----------	---

Fonte: CONAMA, 2005.

Quadro 7- Condições mínimas de qualidade das águas doce classe 2.

CLASSE DE ÁGUA DOCE	CONDIÇÕES
CLASSE 2	<p>As mesmas da CLASSE 1, com exceção:</p> <p>a) - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;</p> <p>b) - coliforme termo tolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.</p> <p>A <i>E. coli</i> poderá ser determinada em substituição</p> <p>Ao parâmetro coliforme termo tolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;</p> <p>c) - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;</p> <p>d) - turbidez: até 100 UNT;</p> <p>e) - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;</p> <p>f) - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;</p> <p>g) - clorofila a: até 30 µg/L;</p> <p>h) - densidade de cianobactérias: até 50000 cel. /ml ou 5 mm³/L;</p> <p>i) - fósforo total:</p> <p>I) até 0,030 mg/L, em ambientes lóticos; e,</p> <p>II) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.</p>

Fonte: CONAMA, 2005.

Quadro 8- Condições mínimas de qualidade das águas doce classe 3.

CLASSE DE ÁGUA DOCE	CONDIÇÕES
CLASSE 3	<p>a) não verificação de efeito toxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio eco toxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;</p> <p>b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;</p> <p>c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;</p>
	<p>d) substancias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;</p> <p>e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;</p>
	<p>f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;</p> <p>g) coliforme termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2.500 coliforme termo tolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliforme termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliforme termo tolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;</p> <p>h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel. /ml, ou 5mm³/L;</p> <p>i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;</p> <p>j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;</p> <p>l) turbidez até 100 UNT;</p> <p>m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;</p> <p>n) pH: 6,0 a 9,0.</p>

Fonte: CONAMA, 2005.

Quadro 9- Condições mínimas de qualidade das águas doce classe 4.

CLASSE DE ÁGUA DOCE	CONDIÇÕES
CLASSE 4	a) - Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes; b) – odor e aspecto: não objetáveis; c) - óleos e graxas: toleram-se iridescências; d) - Substancias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: Virtualmente ausentes; e) - Fenóis totais (substancias que reagem com 4 - amino antipirina) até 1,0 mg/L de C ₆ H ₅ OH; f) - OD, superior a 2,0 mg/L O ₂ em qualquer amostra; g) - pH: 6,0 a 9,0.

Fonte: CONAMA, 2005.

Além das condições acima previstas é necessário que as águas doces de acordo com suas classes obedeçam aos padrões mínimos de qualidade das águas. De acordo com o Conselho Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais – COPAM nº 1/2008, os padrões devem estar como descritos na quadro 06 para águas classe 1 e no quadro 08 para águas classe 3.

Quadro 10 - Padrões mínimos de qualidade das águas doce classe 1 e classe 3.

	CLASSE 1	CLASSE 3		CLASSE 1	CLASSE 3
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO	PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	500 mg/L	Carbaril	0,02 µg/L	70,0 µg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO	Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L	Clordano (cis + trans) 0,3 µg/L
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	2-Clorofenol	0,1 µg/L	-
Antimônio	0,005mg/L Sb	-	Criseno	0,05 µg/L	-
Arsênio total	0,01 mg/L As	0,033 mg/L As	2,4-D	4,0 µg/L	30,0 µg/L
Bário total	0,7 mg/L Ba	1,0 mg/L Ba	Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L	-
Berílio total	0,04 mg/L Be	0,1 mg/L Be	Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L	-
Boro total	0,5 mg/L B	0,75 mg/L B	1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L	-
Cádmio total	0,001 mg/L Cd	0,01 mg/L Cd	1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L	-
Chumbo total	0,01mg/L Pb	0,033 mg/L Pb	2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L	-
					continua

Cianeto livre	0,005 mg/L CN	0,022 mg/L CN	Diclorometano	0,02 mg/L	-
Cloreto total	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'- DDD)	0,002 µg/L	1,0 µg/L
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl	-	Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L	0,001 µg/L
			Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L	0,22 µg/L
Cobalto total	0,05 mg/L Co	0,2 mg/L Co	Endrin	0,004 µg/L	0,2 µg/L
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu	0,013 mg/L Cu	Estireno	0,02 mg/L	-
Cromo total	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	Etilbenzeno	90,0 µg/L	-
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe	5,0 mg/L Fe	Fenóis totais (substâncias que reagem com 4- aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Fluoreto total	1,4 mg/L F	1,4 mg/L F	Glifosato	65 µg/L	280 µg/L
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P	0,05 mg/L P	Gution	0,005 µg/L	0,005 µg/L
Fósforo total ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P	0,075 mg/L P	Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L	0,03 µg/L
	CLASSE 1	CLASSE 3		CLASSE 1	CLASSE 3
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO	PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P	0,075 mg/L P	Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L	0,03 µg/L
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P	0,15 mg/L P	Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L	-
Lítio total	2,5 mg/L Li	2,5 mg/L Li	Indeno(1,2,3- cd)pireno	0,05 µg/L	-
Manganês total	0,1 mg/L Mn	0,5 mg/L Mn	Lindano (γ-HCH)	0,02 µg/L	2,0 µg/L
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg	0,002 mg/L Hg	Malatino	0,1 µg/L	100,0 µg/L
Níquel total	0,025 mg/L Ni	0,025 mg/L Ni	Metolacloro	10 µg/L	-
Nitrato	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	Metoxicloro	0,03 µg/L	20,0 µg/L
Nitrito	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	Paration	0,04 µg/L	35,0 µg/L
Nitrito	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5	PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L	0,001 µg/L

continua

Nitrito	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0	Pentaclorofenol	0,009 mg/L	0,009 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5	2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5	Simazina	2,0 µg/L	-
Nitrogênio amoniacal total	0,5 mg/L N, para pH > 8,5	1,0 mg/L N, para pH > 8,5	Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS	0,5 mg/L LAS
Prata total	0,01 mg/L Ag	0,05 mg/L Ag	2,4,5-T	2,0 µg/L	2,0 µg/L
Selênio total	0,01 mg/L Se	0,05 mg/L Se	Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L	0,003 mg/L
Sulfato total	250 mg/L SO ₄	250 mg/L SO ₄	Tetracloroetano	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S	0,3 mg/L S	Tolueno	2,0 µg/L	-
Urânio total	0,02 mg/L U	0,02 mg/L U	PARAMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO
Vanádio total	0,1 mg/L V	0,1 mg/L V	Toxafeno	0,01 µg/L	0,21 µg/L
Zinco total	0,18 mg/L Zn	5 mg/L Zn	2,4,5-TP	10,0 µg/L	10,0 µg/L
			Tributilestanho	0,063 µg/L TBT	2,0 µg/L TBT
	CLASSE 1	CLASSE 3		CLASSE 1	CLASSE 3
PARAMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO	PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L	-	Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L	-
Alacloro	20 µg/L	-	Tricloroetano	0,03 mg/L	0,03 mg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L	0,03 µg/L	2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Atrazina	2 µg/L	2 µg/L	Trifluralina	0,2 µg/L	-
Benzeno	0,005 mg/L	0,005 mg/L	Xileno	300 µg/L	-
Benzidina	0,001 µg/L				
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L				
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L	0,7 µg/L			
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L				
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L	-			

Fonte: COPAM, 2010

Desta forma, com os padrões de qualidade e demais características apresentadas de acordo com a CONAMA nº 357/2005 e pelo COPAM nº 01/2008 os usos das águas doce e suas classes de enquadramento estão definidos de acordo com o quadro 11.

Quadro 11 - Usos e enquadramentos dos corpos hídricos.

USO	Classe de enquadramento				
	Especial	1	2	3	4
Preservação das comunidades aquáticas	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Proteção das comunidades aquáticas	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Abastecimento para consumo humano	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional I	Após tratamento convencional ou simplificado	
Recreação	SIM*	SIM*	SIM Contato primário	SIM Contato secundário	NÃO
Irrigação	SIM*	SIM	SIM	SIM	NÃO
		Hortaliças consumidas cruas	Hortaliças, frutíferas, parques	Culturas arbóreas, cereais, forrageiras	
Aquicultura e pesca	SIM*	SIM*	Aquicultura	Pesca	NÃO
Dessedentação de animais	SIM*	SIM*	SIM*	SIM	NÃO
Navegação	SIM*	SIM*	SIM*	SIM*	SIM
Harmonia paisagística	SIM*	SIM*	SIM*	SIM*	SIM

Fonte: IGAM, 2010

*As águas doce de melhor qualidade podem ser utilizadas para usos que demandam menos qualidade desde que estes usos não afetem prejudicialmente a qualidade das águas.

Como comparação selecionada com outras diretrizes e padrões usados internacionalmente a tabela 01 traz parâmetros definidos pela OMS usados como orientação, pela União Européia, a Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos – USEPA e pela agência congênere da Austrália em comparação com os limites estabelecidos no Brasil no enquadramento classe 1.

Tabela 1 - Comparativo entre agências internacionais de proteção ao meio ambiente.

Parâmetro	OMS	EU	USEPA	Austrália	Brasil
Amônia (mg/L)	1,5	0,5	0	0,5	1,0
pH	6,5-8,0	-	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0
Cloreto (mg/L)	250	250	250	250	250
Ferro (mg/L)	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3 continua

Chumbo (mg/L)	0,01	0,01	0,015	0,01	0,01
Arsênico (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,007	0,01
Cobre (mg/L)	2	2	1,3	2	0,009
Coliformes Fecais	0/100mL	0/100mL	0/100mL	0	200/100mL

Fonte: Von Sperling, 2007

Desta maneira podemos considerar que 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 da comunidade.

O enquadramento dos corpos d'água em classes é referência para os instrumentos de gestão de recursos hídricos, as outorgas, cobranças pelos diversos usos e planos que envolvem determinada bacia passam primeiramente pelo enquadramento, se tornando assim elo fundamental para o controle das variáveis ambientais e de gestão.

Além destes, os instrumentos de gestão ambiental, que envolvem as partes de licenciamento e monitoramento dos recursos são balizados pelas classes de enquadramento que os rios estão inseridos. Assim, o gerenciamento dos recursos hídricos em conjunto com os órgãos ambientais está intimamente ligado ao enquadramento dos corpos hídricos, que reflete sua grande importância para o desenvolvimento das atividades de preservação.

3 METODOLOGIA

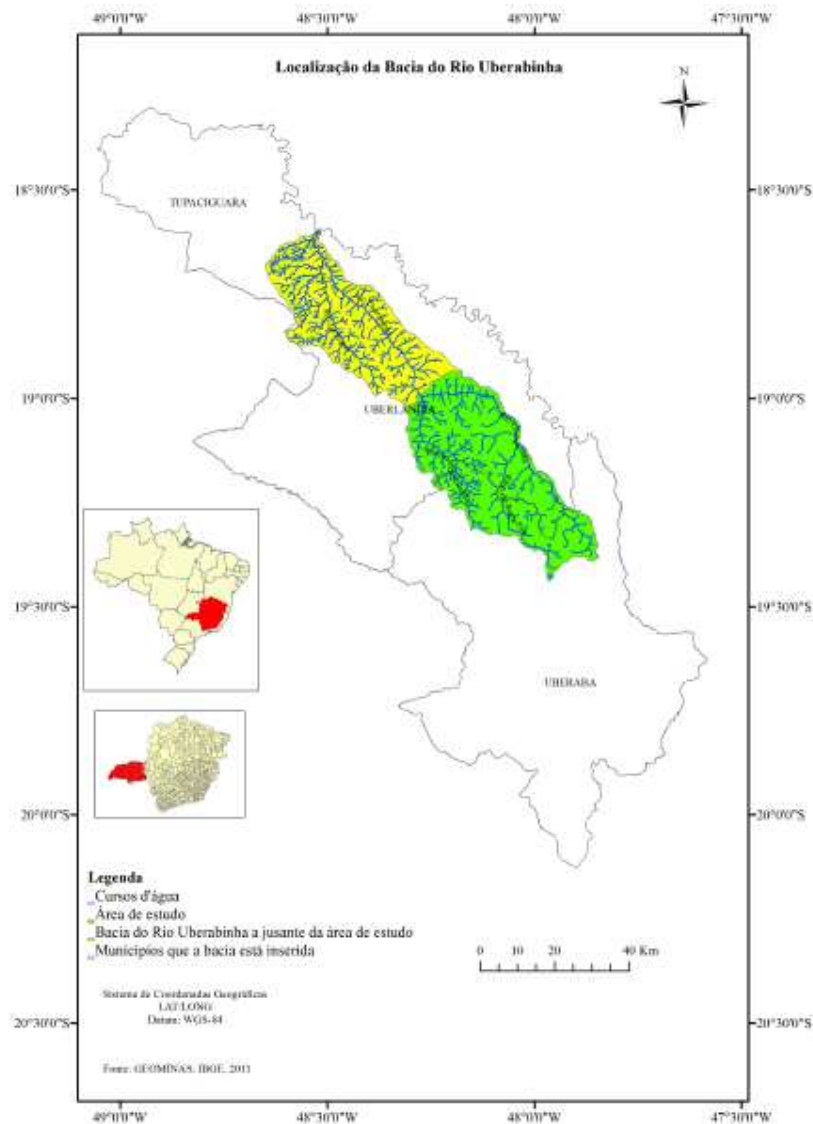
Para desenvolver o estudo foi escolhido o Rio Uberabinha em seu trecho localizado na cidade de Uberlândia-MG devido a sua grande importância para o abastecimento de uma população estimada de mais de 676 mil habitantes de acordo com o IBGE em 2017. O Rio Uberabinha nasce em Uberaba-MG, cidade vizinha à Uberlândia e percorre até sua foz no Rio Araguari cerca de 154,5 km, sendo 90% em terras uberlandenses como demonstra a figura 1.

A bacia do Rio Uberabinha, localizada no Triângulo Mineiro, abrange estes dois municípios e também o município de Tupaciguara, estando sua maior parte em Uberlândia. Drenando aproximadamente 70% da área do município, esta bacia está integrada a bacia do Rio Paraná, o Rio Uberabinha é afluente do Rio Araguari que posteriormente descarrega suas águas no Rio Paranaíba e que a jusante em conjunto com o Rio Grande forma o Rio Paraná seguindo em direção ao Oceano Atlântico.

A partir das informações obtidas por este levantamento prévio foi efetuado buscas na base de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM dos dados de monitoramento da qualidade das águas e contaminação por tóxicos coletados pelas estações de monitoramento PB022 e PB023 localizadas respectivamente a montante e a jusante da área urbana de Uberlândia no rio Uberabinha no período compreendido entre 2000 e 2016.

A estação PB022 foi estabelecida em 2000 e está localizada a montante da cidade de Uberlândia, nas coordenadas $18^{\circ}59'08,00''$ S e $48^{\circ}12'42,00''$ W a uma altitude de 864 metros. Enquanto a estação de monitoramento PB023 foi estabelecida anteriormente, em 1997, se encontrando nas coordenadas $18^{\circ}46'07,10''$ S e $48^{\circ}26'11,60''$ W a 650 metros de altitude, estando a jusante de Uberlândia, detalhadas na figura 2.

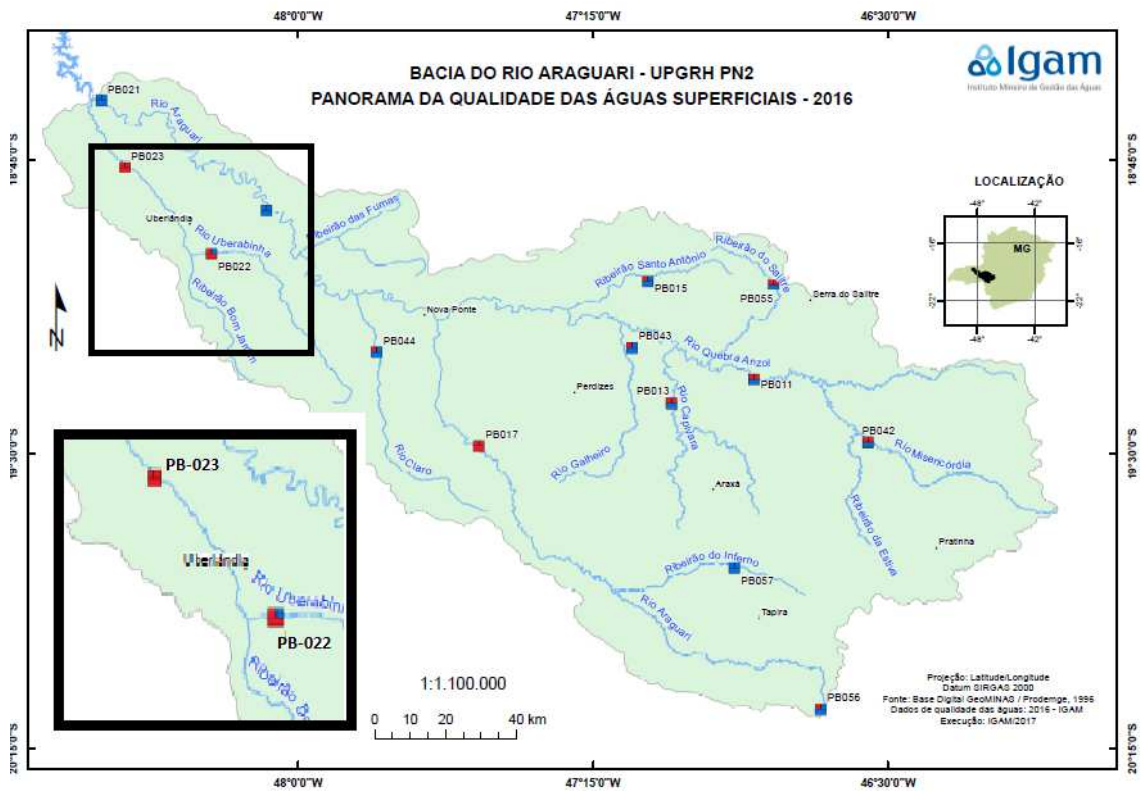
Figura 1 - Área da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.



Com os dados obtidos nas pesquisas efetuadas nos mencionados órgãos, foi possível a elaboração de IQA – Índice de qualidade da Água e CT – Contaminação por Tóxicos, referentes ao período analisado que darão subsídios para a geração de indicadores qualitativos acerca das ações de manejo e de gestão ambiental para a bacia do rio Uberabinha.

Além destes indicadores também é possível a elaboração de indicadores e diagnósticos referentes à eficiência da gestão ambiental e aspectos temporais da qualidade ambiental no rio Uberabinha com vistas ao monitoramento futuro destes indicadores e o acompanhamento da gestão ambiental futura.

Figura 2 – Bacia do rio Araguari e localização das estações



Fonte: IGAM, 2017 (adaptado).

Desta maneira foi possível analisar a qualidade das águas do rio Uberabinha antes da entrada na zona urbana tendo até este momento sofrido interferência apenas das áreas rurais e realizar a comparação com a situação atualizada após ter percorrido o trecho urbano, nesse ponto já tendo sofrido a interferência antrópica urbana.

Os indicadores e índices de qualidade ambiental são cada vez mais necessários para o monitoramento dos recursos ambientais. De acordo com Ferreira e Cupolillo (2016) os indicadores de qualidade da água contribuem para determinação das possíveis causas e

consequências da perda da qualidade ambiental além de permitir a diferenciação dos impactos antrópicos e decorrentes de processos naturais.

Com a comparação e análise dos dados obtidos com os resultados dos cálculos de IQA e CT é possível analisar o nível de interferência causado pelos processos urbanos na alteração da qualidade das águas e levantar os aspectos que possivelmente levaram a tais circunstâncias. Os parâmetros de entrada do cálculo de IQA estão detalhados na figura 3 e os parâmetros de CT estão detalhados na figura 4.

Figura 3 – Parâmetros de entrada na calculadora de IQA

Parâmetros de Entrada

Oxigênio Dissolvido (mg/L)	<input type="text"/>
Temperatura da Água (°C)	<input type="text"/>
Altitude (m)	<input type="text"/>
Cloreto Total (mg/L)	<input type="text"/>
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	<input type="text"/>
Nitrato (mg/L)	<input type="text"/>
Fósforo total (mg/L)	<input type="text"/>
Turbidez (NTU)	<input type="text"/>
Sólidos Totais (mg/L)	<input type="text"/>

Calcular Limpar

Fonte: IGAM, 2017.

Figura 4 – Parâmetros de entrada na calculadora de CT

Parâmetros de Entrada

Classe de Enquadramento	Classe 1 ▼
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>
Arsênio Total (mg/L)	<input type="text"/>
Bário Total (mg/L)	<input type="text"/>
Cádmio Total (mg/L)	<input type="text"/>
Chumbo Total (mg/L)	<input type="text"/>
Cianeto Livre (mg/L)	<input type="text"/>
Cobre Dissolvido (mg/L)	<input type="text"/>
Cromo Total (mg/L)	<input type="text"/>
Fenóis Totais (mg/L)	<input type="text"/>
Merúrio Total (□µg/L)	<input type="text"/>
Nitrato (□mg/L)	<input type="text"/>
Nitrito (□mg/L)	<input type="text"/>
Zinco Total (□mg/L)	<input type="text"/>

Calcular Limpar

Fonte: IGAM, 2017.

Além disso, é possível caracterizar a contaminação por tóxicos no segmento urbano do rio, levantando dados qualitativos e quantitativos e os comparando com normativos e requisitos mínimos de qualidade ambiental. E desta maneira abrir uma nova frente de pesquisa que se baseie em levantamentos da realidade que foi exposta por esta pesquisa e assim permitir que novas pesquisas sejam possíveis servindo como base e fonte de métodos de análise.

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

4 RESULTADOS

4.1 Análise dos parâmetros

A partir dos dados fornecidos pelo IGAM que foram obtidos pelas estações PB-022 e PB-023, foi possível realizar a análise dos números encontrados empregando a metodologia estabelecida previamente. Desta maneira foi possível chegar a resultados que caracterizam a situação presente do rio Uberabinha e que serão apresentados neste item juntamente com as análises destes resultados.

De uma maneira geral os dados da estação PB-022 que está localizada a montante de Uberlândia apresentam-se os dados mais uniformes e sem grandes alterações em seus parâmetros se comparados aos números da estação PB-023 que está localizada a jusante da área urbana.

Os valores obtidos nas estações de medições estão demonstrados na tabela 2 para a estação PB-022 e na tabela 3 estão os dados da estação PB-023. Ao fazer a comparação dos dados mais sensíveis como a concentração de oxigênio dissolvido, a concentração de nitratos, a concentração de fósforos totais, os valores obtidos de turbidez e dos sólidos totais em suspensão nota-se a elevação de todos estes parâmetros em todos os anos das medições.

Para o cálculo dos índices de qualidade da água estes parâmetros juntamente com outros parâmetros físicos e químicos são necessários. A altitude das estações e a temperatura da água encontrada nos pontos de medição também entram no cálculo da qualidade da água. Também é necessário para o cálculo a variação do pH da água e a demanda biológica de oxigênio.

A DBO se manteve constante na estação PB-022 e sofreu aumento e variação nos dados obtidos pela estação PB-023. Todos os dados necessários para o cálculo da IQA estão disponíveis nas tabelas 2 e 3 e os resultados encontrados estão demonstrados na tabela 4 para os valores de IQA para a estação PB-022 e tabela 5 para os valores de IQA da estação PB-023.

Tabela 2 - Dados para cálculo de IQA – Estação PB022

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

Fonte: IGAM, 2017.

Os dados acima são referentes ao período de 2000 a 2007 e 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 PB-023.

Na continuação da tabela 2 abaixo, que se refere ao período subsequente com término no ano de 2016 pode se destacar o aumento expressivo da concentração de coliformes termotolerantes e também o aumento da turbidez das águas a montante de Uberlândia enquanto que a concentração de sólidos totais em suspensão se mostrou uniforme e dentro do intervalo apresentado pelo período de 2000 a 2007.

Tabela 2 - Dados para cálculo de IQA – Estação PB022 (continuação)

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
Cloreto 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
Nitrito (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

Fonte: IGAM, 2017.

Já na tabela 3 abaixo os parâmetros apresentados são os valores obtidos pela estação de monitoramento a jusante de Uberlândia e sofrem alterações em seus valores após a passagem do curso d'água pela zona urbana. Claramente é possível constatar que ocorre redução da concentração de oxigênio dissolvido, há o aumento da concentração de nitratos e fósforo, a

quantidade de sólidos totais sofre grande incremento e também o grau de turbidez está em ascensão em todos os anos de medição.

Tabela 3 - Dados para cálculo de IQA – Estação PB023

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

Fonte: IGAM, 2017.

Tabela 3 - Dados para cálculo de IQA – Estação PB023 (continuação).

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

Fonte: IGAM, 2017.

4.2 Índice de qualidade da água – IQA

A partir dos dados compilados nas tabelas 2 e 3 foi possível calcular os valores de IQA. Pela leitura dos dados encontrados foi possível prever a melhor situação da qualidade da água a montante da zona urbana de Uberlândia em comparação a situação a jusante da cidade.

Apenas em uma medição da estação PB-022 o índice de qualidade de água teve como resultado a classificação ruim, nos outros 67 resultados obtidos pelo cálculo deste índice as classificações encontradas foram médio e bom. Destacando-se os anos de 2000, 2004 até 2006 e 2008 onde todos os valores trimestrais de IQA foram considerados como sendo bom.

Desde o resultado do primeiro trimestre de 2013, que apresentou a classificação de IQA como ruim, todas as classificações trimestrais deste ponto em diante foram classificadas pela calculadora de IQA como médio, o que demonstra tendência a redução da qualidade das águas deste ponto em diante. Todos as classificações de IQA da estação PB-022 estão demonstrados na tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Resultados do cálculo de IQA – Estação PB022

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

Fonte: IGAM, 2017.

Os resultados do índice de qualidade de água encontrado a partir dos dados coletados pela estação PB-023 foram opostos aos da estação PB-022. Na estação a jusante da zona urbana de Uberlândia dos 68 resultados obtidos efetuando os cálculos de IQA 45 foram classificados como ruim, 21 como médio e em 1 resultado não foi possível por conta de falta de dados para o cálculo.

Chama a atenção a ausência de classificações mais elevadas, não há sequer 1 trimestre no período avaliado que apresente a classificação bom ou excelente. Desta maneira podemos perceber o peso nestas avaliações de fatores antrópicos diversos, que alteraram significativamente as condições das águas do Rio Uberabinha no trecho urbano.

Os principais fatores que colaboraram para as classificações baixas foram os valores de oxigênio dissolvido em concentração baixa após a passagem pela cidade, bem como altos

índices de nitratos e fósforo presentes na água, oriundos de processos antrópicos, sobretudo o despejo de esgotos clandestinos nas águas, o aumento da turbidez e da presença em grande número de coliformes termotolerantes que estão demonstrados na tabela 3 e ainda contribuiu para estes resultados a grande quantidade de sólidos totais na água.

Tabela 5 – Resultados do cálculo de IQA – Estação PB023

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

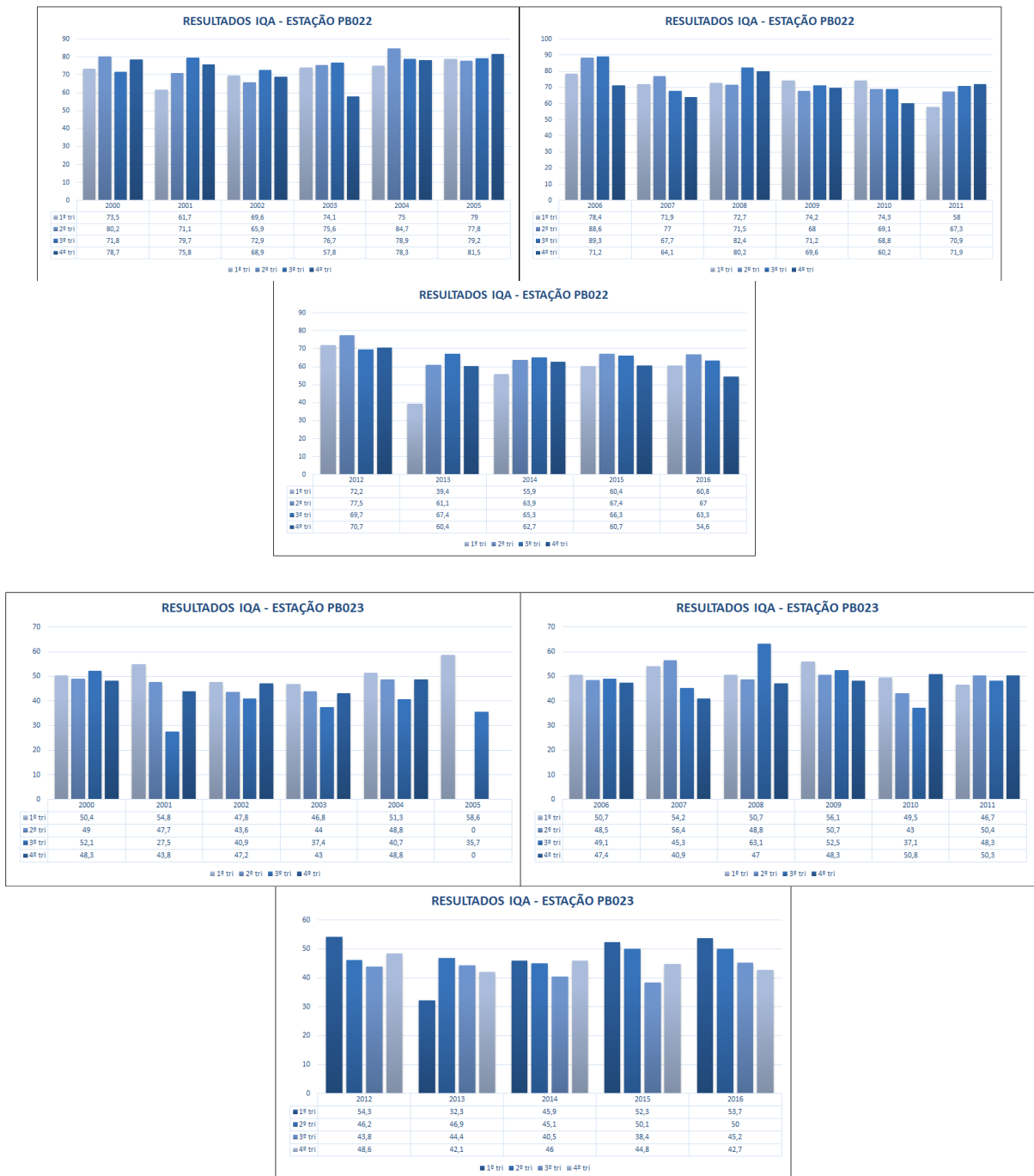
Fonte: IGAM, 2017.

A partir dos dados fornecidos pelo IGAM é possível constatar que no período escolhido para a análise as piores condições das águas, com mais classificações ruins são os 2 últimos trimestres, acompanhando possivelmente o regime pluviométrico reduzido normalmente nesta época do ano na região pesquisada.

Está demonstrado no quadro 11 as variações dos resultados encontrados nas duas estações, praticamente em todo o período da análise fica claro a menor variação dos índices na estação PB-022 localizada a montante de Uberlândia, enquanto a situação dos dados obtidos pela estação PB-023 se mostra com maior variação.

Além da variação nas medições, os valores absolutos necessários para o cálculo de IQA foram em sua maioria inferiores aos constatados na estação PB-022, conseqüentemente os resultados do Índice de Qualidade de Águas da estação PB-023 obtiveram classificação em níveis mais baixos, refletindo a pior condição nas águas neste ponto e assim pode-se constatar que as alterações para baixo do resultado são produto da ação antrópica neste corpo de água.

Quadro 11 – Variação dos dados para cálculo de IQA – Estações PB022 e PB023



Fonte: IGAM, 2017.

4.3 Contaminação por tóxicos – CT

A segunda parte do objetivo desta pesquisa foi o levantamento a partir dos dados disponibilizados pelo IGAM da contaminação por tóxicos das águas do rio Uberabinha, de acordo com a metodologia e utilizando a calculadora para tal fim fornecida pelo próprio instituto.

Foi necessário a compilação de todos os parâmetros necessários para efetuar os cálculos, estas variáveis estão demonstradas na tabela 6 para a estação PB-022 e na tabela 7 para a estação PB-023. Para esta análise os parâmetros são diferentes, sendo necessário levantar os valores de nitrogênio amoniacal total, o pH, arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre, cromo, mercúrio e zinco presentes nas águas.

Tabela 6- Dados para cálculo de CT – Estação PB022.

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	0,2
		2º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
		3º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
		4º	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
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
Arsênio total (mg/L)	PB-022	1º	0,0019	0,0003	0,0003	0,0003	0,0015	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	0,0003
		4º	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
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,2	0,014	0,011	0,011	0,011	0,01	0,01	0,006
		4º	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
		2º	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
		4º	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
		2º	0,0005	0,005	0,008	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005
		3º	0,0005	0,005	0,005	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005
		4º	0,0005	0,007	0,005	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005
Cianeto livre (mg/L)	PB-022	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-022	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-022	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-022	1º	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001
		2º	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
		4º	0,002	0,002	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
		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-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
Nitrito (mg/L)	PB-022	1º	0,001	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003
		2º	0,002	0,002	0,001	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002	0,001	0,004	0,002
		4º	0,001	0,003	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
		2º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		3º	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	ND	0,02
		4º	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fonte: IGAM, 2017.

Tabela 6 - Dados para cálculo de CT – Estação PB022 (continuação).

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	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	0,001	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	
Nitrito (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	

Fonte: IGAM, 2017

Da mesma forma que ocorreu com os resultados dos dados do IGAM para o IQA da estação PB-022, os valores necessários para o cálculo da CT se mostraram menores se comparados aos valores para a estação PB-023, ou seja, podemos interpretar este aumento na presença de elementos químicos como resultado da presença de atividades humanas que direta

ou indiretamente altera significativamente a composição química das águas e consequentemente sua qualidade.

Tabela 7- Dados para cálculo de CT – Estação PB023.

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

Tabela 7 - Dados para cálculo de CT – Estação PB023 (continuação).

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	0,0003	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	0,00675	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
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
Nitrito (mg/L)	PB-023	1º	0,017	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

Fonte: IGAM, 2017.

Diferentemente do que foi encontrado nos dados referentes a IQA, os dados fornecidos pelo IGAM, necessários para o cálculo de CT não estavam completos. Desta maneira, como está demonstrado nas tabelas 6 e 7, não foi possível obter os resultados para todos os trimestres nos 17 anos definidos como escopo desta pesquisa.

Assim, dos 68 resultados esperados só foi possível calcular os níveis de contaminação tóxica em 15 trimestres na estação PB-022. A partir dos resultados apresentados na tabela 8 podemos ver que quando foi possível fazer este levantamento o nível de contaminação permaneceu classificada como baixa com exceção do último trimestre analisado onde os níveis de cianeto livre ficaram acima do estabelecido trazendo a classificação para alta.

Tabela 8 – Resultados do cálculo de CT – Estação PB022.

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

Fonte: IGAM, 2017.

Tabela 9 – Resultados do cálculo de CT – Estação PB023.

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

Fonte: IGAM, 2017.

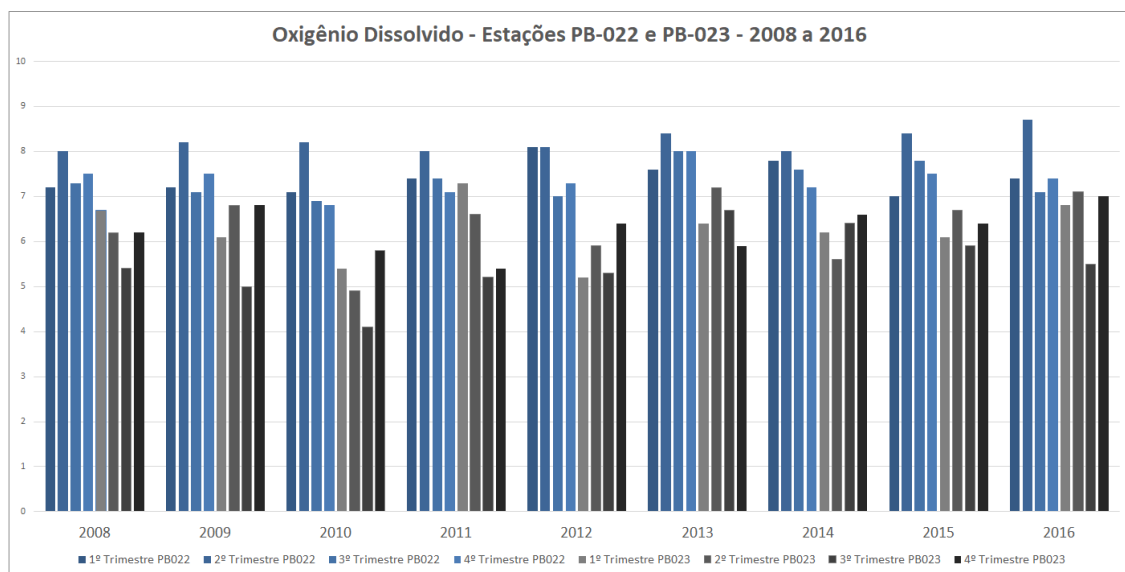
A falta de dados referentes a estação PB-022 se repetiu para a PB-023, assim só foi possível obter resultados de 15 trimestres, os mesmos para as 2 estações. Apesar desta limitação encontrada, os resultados obtidos para a estação PB-023 foram bem diferentes dos da estação anterior.

Dentro do universo destes 15 resultados de CT, foram observados 9 classificações da contaminação por tóxicos como baixa e em 6 oportunidades a classificação obtida foi a considerada de alta contaminação por tóxicos o que vai de encontro com o que foi possível observar nas análises de IQA.

Ao comparar os valores isolados em ambas estações no período mais recente, de 2008 a 2016 fica claro o tamanho da variação causada pela passagem destas águas pela cidade de Uberlândia. Os diferentes usos do solo, a impermeabilização do solo, os despejos de esgotos com e sem tratamento além dos resíduos oriundos das culturas agrícolas na porção da bacia fazem com que as alterações fiquem bastante evidentes.

Entre 2000 e 2007 a quantidade de oxigênio dissolvido, fundamental para a vida aquática, nas medições na estação PB-022 variou sua concentração entre 6,3 mg/L e 8,5 mg/L, os valores mais elevados foram encontrados no ano de 2002 enquanto os valores mais baixos no ano de 2003. Já no período entre 2008 e 2016 a concentração variou de 6,8 mg/L a 8,7 mg/L nas medições trimestrais.

Gráfico 1 – Oxigênio Dissolvido nas estações PB022 e PB0023 – período 2008 a 2016

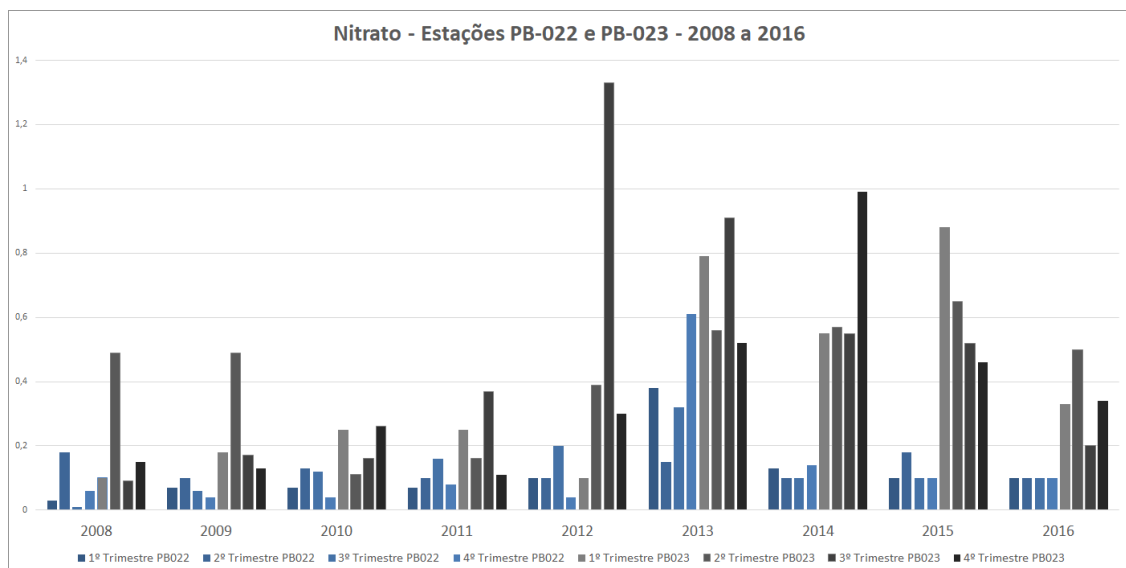


Fonte: IGAM, 2016.

As concentrações de nitrato e fósforo totais medidas na estação PB-022 no período de 2000 a 2016 variaram de 0,01 mg/L a 0,61 mg/L para o nitrato e para o fósforo entre 0,01 mg/L e 0,07 mg/L como demonstra a tabela 2. Já na estação PB-023 os valores variaram no mesmo período de 0,03 mg/L até 1,33 mg/L para o nitrato e de 0,01 mg/L a 0,84 mg/L para o fósforo.

Desta maneira fica caracterizada a alteração causada pela interferência humana, sobretudo no despejo de esgotos que é a fonte principal destes elementos químicos e que quando em excesso nas águas causa desequilíbrio na fauna aquática fazendo com que a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas se reduza ainda mais levando a morte de diversas espécies que necessitem deste elemento para sua sobrevivência.

Gráfico 2 – Nitrato nas estações PB022 e PB023 – período 2008 a 2016



Fonte: IGAM, 2016.

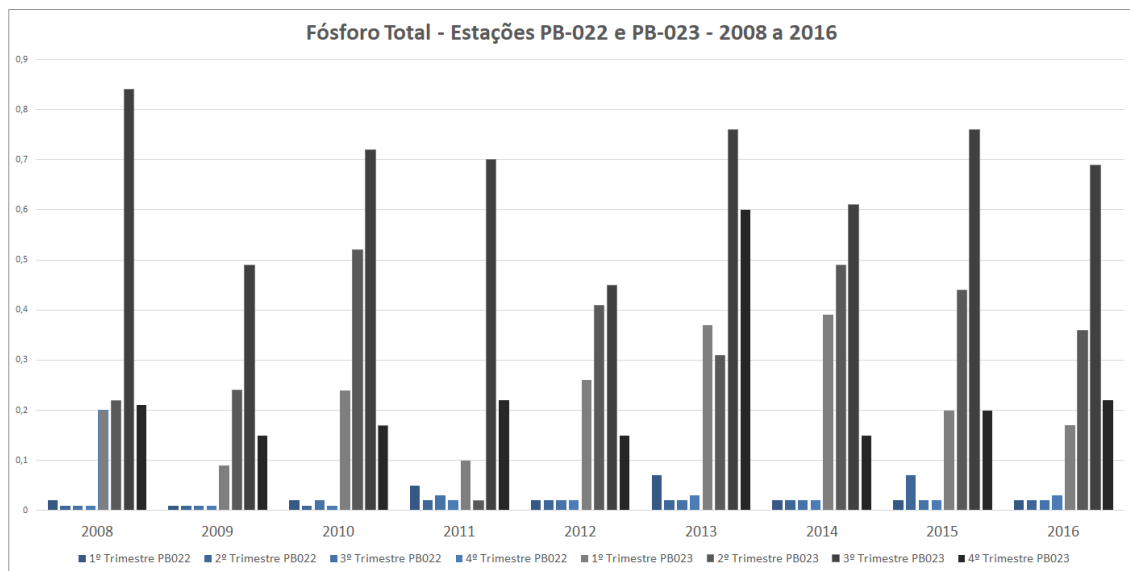
Ambos elementos fazem florescer a população de determinadas algas nas águas, ou seja a eutrofização da água. Estas algas além de alterarem esteticamente a imagem do rio prejudica as demais espécies deste ecossistema tão vivo. Sua presença em excesso na superfície das águas bloqueia a entrada dos raios solares, prejudicando assim as algas que se encontram no fundo do rio já que impede a realização da fotossíntese e desta maneira faz com que as águas fiquem sem uma fonte de oxigênio dissolvido.

Outro ponto acerca da proliferação destas algas é que quando o ciclo da vida destas termina e elas iniciam sua decomposição, este processo é realizado por bactérias que consomem muito oxigênio, e desta forma também faz com que os níveis de oxigênio do meio aquático fiquem bastante reduzidos levando a escassez e consequente mortandade de peixes.

Um elemento cuja presença seja constatada nas águas e que agrave a situação da contaminação é o cianeto livre, um composto orgânico. Este elemento é utilizado na mineração para recuperação de minerais e metais nas minas e também é encontrado nos processos de galvanização, na fabricação de fertilizantes entre outros processos, por exemplo na fabricação de remédios para controle da pressão arterial.

A liberação destes compostos nas águas reduz a sua qualidade e altera sua composição. Os cianetos livres são tóxicos para todo tipo de vida animal, em contato com a pele, pela ingestão ou inalação são absorvidos e resulta em uma alteração no metabolismo prejudicando a respiração dos seres vivos pois bloqueia o transporte do oxigênio afetando diretamente a respiração celular.

Gráfico 3 – Fósforo total - estações PB022 e PB0023 – período 2008 a 2016



Fonte: IGAM, 2016.

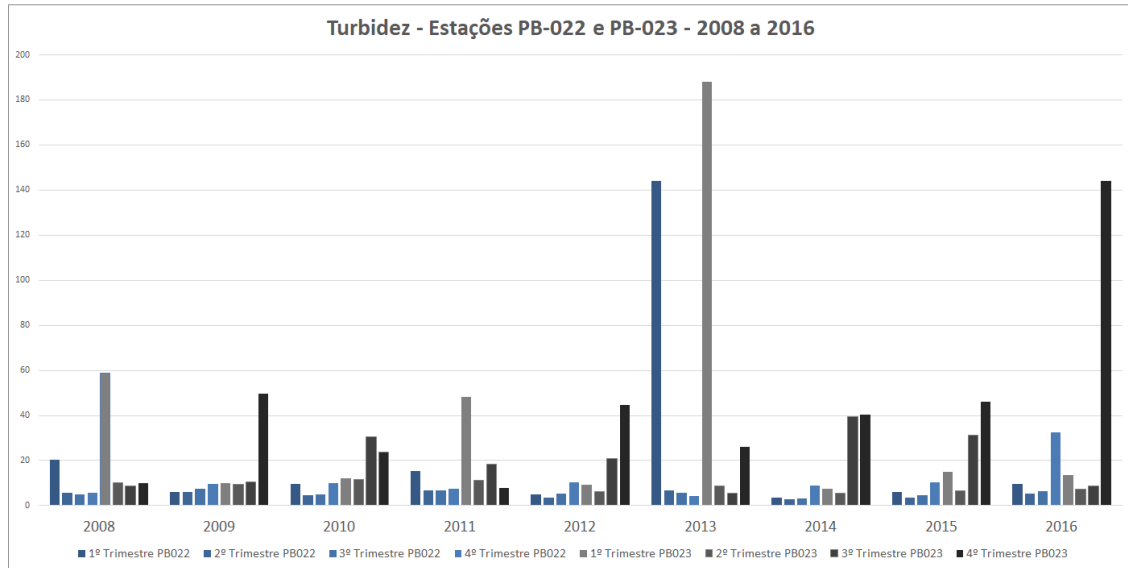
Outro fator de grande importância para a qualidade das águas é a turbidez. O método utilizado nesta avaliação é o nefelométrico que se baseia na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em comparação com uma amostra com intensidade de luz considerada padrão.

Desta maneira a turbidez é expressa em unidades nefelométricas de turbidez, a sigla NTU em inglês. Os valores de turbidez observados na estação a jusante de Uberlândia são muito mais altos em comparação ao encontrado na estação a montante.

Desta forma este teste quantitativo pode indicar a presença de organismos patogênicos a saúde e também estas micropartículas sólidas podem favorecer a proliferação destes micro-

organismos alterando assim as características da água e contribuindo para a redução da qualidade da água analisada.

Gráfico 4 – Turbidez - estações PB022 e PB023 – período 2008 a 2016



Fonte: IGAM, 2016.

Os sólidos podem ser oriundos da erosão dos solos e trazidos pelo escoamento superficial após uma precipitação. Também contribui para o aumento dos sólidos o transporte das partículas sólidas que estão na superfície impermeável das cidades e também tem como destino final as águas dos rios no final deste trajeto.

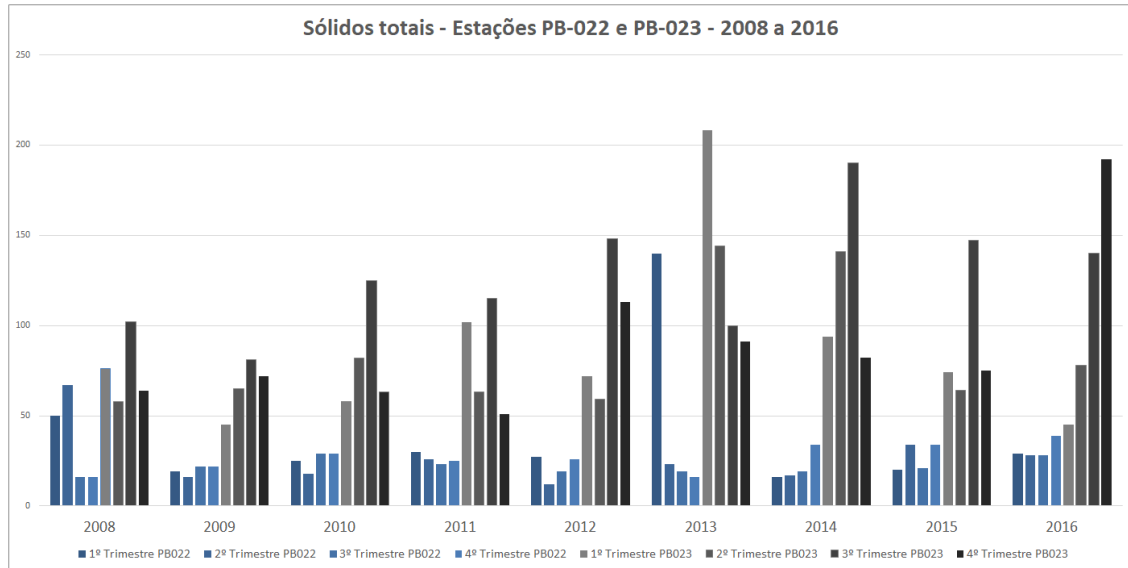
Atividades de mineração e construções próximas ou nas cidades também contribuem para o aumento dos sólidos. Os despejos de esgotos e efluentes industriais são as outras possíveis fontes de partículas sólidas. O principal problema do elevado número de sólidos é o aumento da turbidez e seus desdobramentos para a qualidade da água.

Outra situação decorrente da elevação dos sólidos é a tendência ao assoreamento dos leito dos rios, além dos possíveis danos a vida aquática já que estes sólidos podem se depositar destruindo o habitat de organismos que vivem nesta área e que são fontes de alimento para outros organismos, podem alterar o local de desova de peixes, desequilibrando o ciclo da vida aquática nos corpos d'água.

A comparação entre a quantidade de sólidos nas 2 estações pesquisadas estão no gráfico 5, e demonstra as variações no período de 2008 a 2016 caracterizando muito bem a situação anterior à passagem das águas pela zona urbana de Uberlândia, onde a concentração de sólidos é baixa e após a passagem pela cidade as águas sofrem um grande acréscimo de partículas

sólidas agravando e potencializando os possíveis problemas que impactam diretamente na qualidade da água.

Gráfico 5 – Sólidos totais - estações PB022 e PB023 – período 2008 a 2016



Fonte: IGAM, 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de figurar nas melhores posições no ranking de saneamento básico no Brasil elaborado pelo Instituto Trata Brasil em 2018, os resultados desta pesquisa se mostraram aquém da elevada posição neste ranking. As condições das águas apresentadas na estação a montante e a jusante da área urbana já se mostram em situação preocupante.

O resultado da estação a jusante de Uberlândia apresenta os piores resultados, não houve sequer uma ocorrência da IQA como boa na estação PB-023. Em vários trimestres, sobretudo os mais recentes, os dados da CT indicaram contaminação além dos limites aceitáveis para estes indicadores.

Da mesma forma ao analisar os dados isoladamente das variáveis necessárias para a elaboração do IQA encontra-se muitos valores além dos estabelecidos para um curso de água classe 2. A estação PB-023 é que apresenta mais valores além dos permitidos pelo COPAM 001/2008.

A quantidade de OD nesta estação ficou abaixo do estabelecido em 9 verificações das 32 que foram objeto da pesquisa, a quantidade de coliformes ultrapassaram o recomendado em todas as amostras e em 20 oportunidades na estação PB-022.

A DBO também ficou além do recomendado em 18 ocasiões na estação PB-023 bem com as concentrações de nitrato e de fósforo, que apresentaram fora do estabelecido em 29 resultados.

A partir destes resultados é possível constatar que há muitas interferências no meio natural e que sobretudo o lançamento de esgotos no trecho urbano se faz presente. O manejo inadequado dos insumos agrícolas também pode ser citado como fonte de tal desequilíbrio encontrado em alguns parâmetros analisados.

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 demonstram valores bem acima dos estabelecidos para um curso de água classe 2.

A quantidade de coliformes, por exemplo, ultrapassam 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 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.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (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. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. 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. Brasília, 1997.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA.. Resolução Conama nº 357/2005. 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 da outras providencias. Diário Oficial da União, Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em 17 de outubro de 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE POLITICA AMBIENTAL – COPAM. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. 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. Belo Horizonte, 2008.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. 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. Belo Horizonte, 2008.

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Panorama Cidades, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama>>. Acesso em: 30 setembro 2017.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Índice de Qualidade das Águas. 2012. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas>. Acesso em: 30 setembro 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 setembro 2017.

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

Acesso em 01 de maio de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 2.914 de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Brasília-DF, 2005. Disponível em: <
http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em:

31 ago. 2017.

SCHNEIDER, M. de O. Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente. 1996. 157 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 1996.

SPÓSITO FILHA, E. Criptosporidiose. *O Biológico*, v.56, n.1, p.34-36, 1990/1994.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.