

**UNIVERSIDADE DE UBERABA**  
**CURSO DE FARMÁCIA**

**JOÃO PAULO BITTENCOURT FERREIRA**

**A RELAÇÃO ENTRE DBO E PRESENÇA DE COLIFORMES NA ÁGUA:** Um estudo  
da água do rio Uberaba no município de Uberaba - MG

**UBERABA**

2023

JOÃO PAULO BITTENCOURT FERREIRA

**A RELAÇÃO ENTRE DBO E PRESENÇA DE COLIFORMES NA ÁGUA:** Um estudo  
da água do rio Uberaba no município de Uberaba - MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade de Uberaba como um dos requisitos  
para conclusão do Curso de Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Renato Bortocan

UBERABA  
2023

JOÃO PAULO BITTENCOURT FERREIRA

**A RELAÇÃO ENTRE DBO E PRESENÇA DE COLIFORMES NA ÁGUA:** Um estudo  
da água do rio Uberaba no município de Uberaba - MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade de Uberaba como um dos requisitos  
para conclusão do Curso de Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Renato Bortocan

---

Prof. Dr. Renato Bortocan

UBERABA  
2023

Dedico este trabalho aos meus pais, avós, família e amigos cujo amor e encorajamento foram meu alicerce ao longo desta jornada acadêmica e aos meus professores e orientadores cujo conhecimento e profissionalismo são fonte inesgotável de inspiração e aprendizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Maurien e Fúlvio e aos meus avós Terezinha e Maurício, pelo amor incondicional, apoio e incentivo constante ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço aos meus familiares por serem a força motriz por trás da minha jornada, sendo a base sólida que sustentou meus sonhos e conquistas.

Agradeço ao meu irmão Pedro pelo incentivo e apoio ao longo desse trabalho, sua compreensão e auxílio foram essenciais para alcançar esta conquista.

Agradeço ao meu orientador e professor Renato Bortocan pela orientação sábia, paciência e dedicação ao longo de todo curso e do desenvolvimento deste projeto.

Agradeço aos meus amigos por todo companheirismo e momentos de descontração que aliviaram a pressão dos estudos e dos obstáculos da vida.

Agradeço aos meus amigos-irmãos Giulia, Thiago, Glenda e Eliom por todo apoio, proteção, parceria e compreensão mútuos ao longo desses anos.

Agradeço a todos os meus professores ao longo do curso e da vida, que compartilharam seus conhecimentos e experiências me auxiliando a tornar quem sou hoje.

Agradeço a assistente pedagógica Verônica por sempre estar presente e solícita para auxiliar em todas as dificuldades.

Agradeço aos colegas de turma por serem uma fonte de colaboração e amizade durante os desafios do curso.

Agradeço às técnicas de laboratório Edna, Aparecida, Otília, Rose e Erika por toda a contribuição, auxílio e disponibilidade para a realização deste projeto.

Agradeço a todos que de alguma forma colaboraram para tornar possível a realização, conclusão e sucesso desse trabalho.

Que os méritos deste trabalho se estendam a todos.

*“O sábio não acumula para si mesmo.  
Quanto mais ele faz para os outros, mais  
ele possui; quanto mais ele dá aos outros,  
mais ele tem a si mesmo.”*

**Lao Tzu**

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo traçar a relação entre a presença de coliformes totais e fecais com o consumo bioquímico de oxigênio da água do rio Uberaba. Foram sujeitas a análises bioquímicas e microbiológicas 16 amostras coletadas entre os meses de agosto de 2022 a agosto de 2023, sendo 2 amostras mensais durante os períodos de chuva e 1 amostra mensal nos meses de estiagem. Para a análise microbiológica pipetou-se a amostra em caldo Lauril Sulfato, depois inoculou-se em caldo EC e caldo Verde Brilhante e por fim semeou-se em ágar Eosin Methylene Blue. A demanda bioquímica de oxigênio foi calculada após medição com oxímetro digital imediatamente após a coleta e após 5 dias em estufa a 20°C. Com os resultados de cada amostra notou-se que XX% delas apresentaram parâmetros fora da legislação e concluiu-se que a presença de coliformes fecais e totais pode ser fator de aumento da demanda bioquímica de oxigênio na água.

**Palavras-chave:** coliformes fecais, coliformes totais, demanda bioquímica de oxigênio, rio Uberaba.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rio Uberaba no P1 em período de seca (agosto/2023).....	16
Figura 2 – Rio Uberba no P1 em período de chuvas (fevereiro/2023).....	16
Figura 3 Rio Uberaba no P2 em período de seca (agosto/2023).....	16
Figura 4 - Rio Uberaba no P2 em período de chuvas (dezembro/2022).....	17
Figura 5 – Exemplo de identificação do saco estéril com amostra.....	17
Figura 6 – Exemplo da leitura do Oxímetro digital in loco.....	18
Figura 7 – Exemplo da leitura do Oxímetro digital in loco.....	18
Figura 8 – Tubos de caldo Lauril Sulfato.....	19
Figura 9 – Tubos de caldo Lauril Sulfato.....	19
Figura 10 – Tubos com caldo VB positivos.....	19
Figura 11 – Tubos com caldo VB positivos.....	19
Figura 12 – Tubos com caldo EC positivos.....	20
Figura 13 – Tubos com caldo EC positivos.....	20
Figura 14 – Placa de Petri com ágar EMB positivo para Escherichia coli.....	20
Figura 15 – Placa de Petri com ágar EMB positivo para Escherichia coli.....	20
Figura 16 – Gráfico de comparação da DBO dos P1 e P2 com a resolução nº357/05.	25
Figura 17 - Gráfico com a relação de amostras, DBO e presença de coliformes.....	26

## **LISTA DE TABELAS**

01	Tabela 1 – Dados de OD nos tempos iniciais e finais dos pontos 1 e 2.....	21
02	Tabela 2 – Resultados do cálculo de DBO dos pontos 1 e 2.....	22
03	Tabela 3 – NMP para 5 tubos analisados.....	23
04	Tabela 4 – Resultados de NMP e presença de coliformes fecais.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas	
APA – Área de Proteção Ambiental	
CODAU – Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas	
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	
E. coli – <i>Escherichia coli</i> .....	
EMB – Eosin Methylene Blue.....	
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto.....	
NMP – Número mais provável.....	
OD – Oxigênio dissolvido.....	
ODi - Oxigênio dissolvido inicial.....	
ODf – Oxigênio dissolvido final.....	
P1 – Ponto 1.....	
P2 – Ponto 2.....	
SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento.....	

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	DESENVOLVIMENTO.....	14
2.1	Materiais e Métodos.....	14
2.2	Metodologia.....	15
2.2.1	Coleta das amostras para os testes.....	15
2.2.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	18
2.2.3	Cultura Microbiológica.....	18
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	21
3.2	Cultura Microbiológica.....	22
4.	CONCLUSÃO.....	25
	REFERÊNCIA.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso fundamental para a manutenção da vida pois está presente na maioria dos processos metabólicos dos seres vivos além de interagir com todo o ambiente vegetal, animal e mineral funcionando como indicador ambiental (TORRES et al, 2011). A água potável é essencial para uma sobrevivência adequada e segura e deve estar disponível a todos para garantir a saúde e desenvolvimento saudável em todos os estágios da vida juntamente com a higiene de alimentos e pessoal (OMS, 2017). Os direitos à água potável e limpa e ao saneamento são fundamentais para a vida e de todos os direitos humanos (ONU, 2010).

A pluralidade do uso dos recursos hídricos é essencial para o desenvolvimento econômico pois, além do abastecimento público e da dessedentação de animais, é utilizada para irrigação de culturas, geração de energia hidroeétrica, entre outros (COSTA et Al, 2019). O Brasil possui 12% das reservas de água doce do mundo e 53% da América do Sul, essa grande quantidade de recursos hídricos reflete na abundância de corpos d'água, bacias hidrográficas e aquíferos (Ministério das Relações Exteriores, 2022). Os aquíferos correspondem às reservas subterrâneas de água, cuja contaminação dos solos e dos lençóis freáticos vêm causando riscos à população pelo aumento de doenças em combinação com a diminuição da disponibilidade hídrica pela degradação e possível inviabilidade desse recurso (PEIXOTO, 2020).

O uso da água de poços artesianos, mesmo que aparentemente potáveis, podem possuir microrganismos patogênicos pela contaminação das águas subterrâneas, diminuindo a qualidade higiênico-sanitária (LUZ et Al, 2017). Segundo o Atlas Água (2021) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), no Brasil, 43% dos municípios possuem abastecimento exclusivo da captação de mananciais superficiais e 13% de captação mista, mas predominantemente superficial para uso.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2020) afirma que em média 84,1% da população total brasileira possui abastecimento de água e 50,8% do efluente sanitário gerado no país passa por tratamento. Os esgotos não tratados, ou efluentes sanitários brutos, contaminam os rios nos quais são lançados, causando diminuição da qualidade da água com o desequilíbrio da fauna e flora local além de impactar a saúde pública pela difusão de doenças de disseminação hídrica (FONSECA, TIBIRIÇÁ, 2021).

Considerando o efluente doméstico, a cidade de Uberaba, Minas Gerais, possui mais de 70% desse efluente tratado e os resíduos sólidos depositados em aterros sanitários, contudo, a contaminação do Rio Uberaba (bacia do rio Grande), rio principal de abastecimento da

cidade, é contaminado e representa um risco tanto para a população quanto para o ambiente (CURADO et Al, 2018).

A Lei Municipal nº9.892 de 28 de dezembro de 2005 criou a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba abrangendo uma área de 528,1 km<sup>2</sup> visando a proteção, preservação, recuperação e conservação do Rio Uberaba, dos recursos naturais e da biodiversidade. Dentro dessa APA diversas atividades econômicas são desenvolvidas e, com o avanço da urbanização, mineração, desmatamento e agropecuária, vêm causando a erosão, eutrofização do rio e alterações na quantidade e qualidade da água (SIQUEIRA et Al, 2022).

O clima da cidade é tropical com seca no inverno (Aw) segundo a classificação de Köppen com temperaturas  $\geq 18^{\circ}\text{C}$  no mês mais frio e precipitação  $<60\text{mm}$  no mês mais seco, sendo o verão definido pelos seis meses mais quentes (setembro a fevereiro) e o inverno pelos seis meses mais frios (março a agosto) (MARTINS et Al, 2018), a precipitação média anual é de 1.400 mm com 34% dela concentrada nos meses de dezembro e janeiro (CURADO et Al, 2018). A estação seca causa a diminuição do fluxo do rio Uberaba que se torna insuficiente para a demanda pública, logo, desde 2002, há a transposição do rio Claro (bacia do rio Araguari) para suprir a demanda hídrica da cidade (COSTA et Al, 2019).

Tanto a cidade quanto o rio recebem o nome de Uberaba, que é de origem indígena e significa “águas claras”, foi escolhido pela grande reserva hídrica do local na época e a ocupação da cidade se iniciou às margens do córrego das lajes, uma das afluentes do rio Uberaba (Uberaba, 2012). A cidade possui aproximadamente 4.500 km<sup>2</sup> com uma população estimada de 325.000 habitantes com cerca de 90% na zona urbana e um sistema de tratamento de esgoto bem estabelecido capaz de tratar 456 L/s (CURADO et Al, 2018).

Segundo o Atlas Esgoto (ANA, 2017), no Brasil 55% da população possui tratamento de esgoto considerado adequado, sendo 43% coletado e tratado e 12% em fossas sépticas; o esgoto não tratado contamina o solo e corpos hídricos causando abalos na saúde da população. Para medir o impacto essa contaminação a ANA utilizou a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), em que se quantifica o oxigênio necessário para oxidar compostos biodegradáveis presentes na água, ou seja, quanto maior a concentração de matéria orgânica na água maior será a DBO.

A cidade de Uberaba, em 2013, possuía uma eficiência de remoção de DBO acima de 80% pela Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (CODAU) com as estações de tratamento de esgoto (ETE) Francisco Veludo, Conquistinha e Filomena Cartafina, sendo que 0,6% do esgoto não possui coleta e nem tratamento (ANA,

2017). A contaminação fecal pelos esgotos domésticos não tratados tem como bioindicador mais específico entre os coliformes termotolerantes a *Escherichia coli* (*E. coli*), microrganismo da flora do trato gastrointestinal de seres humanos e animais de sangue quente (SILVA et Al, 2022).

Os coliformes totais estão presentes mesmo em cursos d'água sem poluição urbana de esgoto sanitário em formas livres de coliformes, porém, coliformes fecais indicam contaminação e são utilizados para avaliar a eficácia do tratamento de água, mas a ausência de coliformes totais e fecais não asseguram uma água segura para consumo pois pode haver a presença de protozoários, vermes e outros microrganismos patogênicos (LI et Al, 2021)

Sendo assim, a qualidade da água de um rio é pela presença de efluentes domésticos não tratados pode ser afirmado pela alta presença de coliformes termotolerantes na água e pela alta DBO da mesma, logo, no presente estudo comparamos qualitativamente e quantitativamente a presença de ambos os fatores na água do Rio Uberaba durante um período de 12 meses.

O presente estudo tem como objetivos traçar a relação entre a presença de coliformes e a demanda bioquímica de oxigênio na água. As amostras foram coletadas do rio Uberaba em dois pontos, um antes da captação para tratamento e outro após a passagem pela cidade, durante os meses de agosto de 2022 a agosto de 2023.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Materiais e métodos**

Os materiais utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram:

- Béquer de vidro
- Béquer de plástico
- Frasco âmbar para DBO
- Frasco de plástico
- Corda
- Saco estéril
- Caixa de isopor
- Pisseta com água deionizada
- Pisseta com álcool 70%
- Pisseta com álcool anidro
- Pinça metálica

- Alça de platina
- Swab estéril
- Pipeta de Pasteur
- Pipeta volumétrica
- Pera de laboratório
- Caldo EC
- Caldo Verde brilhante (VB)
- Caldo Eosin Methylene Blue (EMB)
- Caldo Lauril Sulfato
- Bico de Bunsen

Equipamentos utilizados:

- 1- Balanças analíticas
  - Eletro-eletrônica GEHAKA Ltda. Modelo: AG200
  - Eletro-eletrônica GEHAKA Ltda. Modelo: BG200
- 2- Estufas
  - Quimis Modelo K49E Q315M26
  - Colidef Modelo CZ Linea
- 3- Banho maria
  - Quimis. Modelo: 60/105
- 4- Oxímetro Microprocessado digital:
  - Alfakit. Modelo AT-160.

## **2.2. Metodologia**

### **2.2.1 Coleta das amostras para os testes**

As amostras para os testes foram coletadas em dois pontos do Rio Uberaba, uma antes da captação de água para tratamento próximo à Avenida Purpurata, entre os bairros Jardim Espírito Santo e Jardim Bela Vista e acima da CODAU – Estação de Captação de Água; o segundo ponto localizado abaixo da BR-050 no km 169 no município de Uberaba próximo ao Distrito Industrial I, aqui chamados de ponto 1 (P1) e ponto 2 (P2) respectivamente.

A região do município de Uberaba encontra-se num clima tropical com seca no inverno segundo a classificação de Köppen (CURADO et Al, 2018), ou seja, durante os meses de abril a setembro há diminuição das precipitações correspondendo à estação seca enquanto de outubro a março ocorre aumento das chuvas. Sendo assim, durante a primavera e

verão fez-se duas coletas de amostras da água do rio Uberaba e durante o outono e inverno apenas uma considerando a relação entre precipitações e fluxo do rio.



**Figura 1** – Rio Uberaba no P1 em período de seca (agosto/2023)  
Fonte: do próprio autor



**Figura 2** – Rio Uberaba no P1 em período de chuvas (fevereiro/2023)  
Fonte: do próprio autor

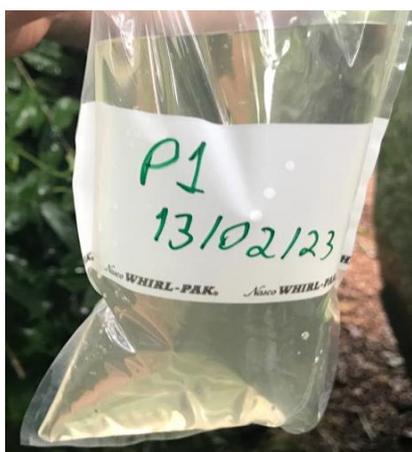


**Figura 3** – Rio Uberaba no P2 em período de seca (agosto/2023)  
Fonte: do próprio autor



**Figura 4** - Rio Uberaba no P2 em período de chuvas (dezembro/2022)  
Fonte: do próprio autor

Para a coleta das amostras *in loco* fez-se assepsia do frasco de plástico com água deionizada, depois com álcool 70% e após com álcool anidro. Com a corda amarrada no frasco plástico, jogou-se no rio de modo a coletar a água e depois transferiu-se para dois frascos para DBO previamente esterilizados (estufa a 160°C por 2 horas) e para o saco estéril devidamente identificados com qual ponto e data. A primeira medição de oxigênio dissolvido (OD) foi feita *in loco* logo após a transferência para um dos frascos de DBO. Acondicionou-se as amostras na caixa de isopor para transferir aos laboratórios de microbiologia e controle de qualidade físico-químico no campus Uniube aeroporto.



**Figura 5** – Exemplo de identificação do saco estéril com amostra.  
Fonte: do próprio autor

## 2.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio consiste na quantidade de oxigênio dissolvido que micro-organismos utilizam para oxidar compostos orgânicos presentes na água, ou seja, qual a quantidade de oxigênio em mg/L foi consumida no período preconizado.

Com a amostra em frasco para DBO devidamente esterilizado mediu-se a quantidade de oxigênio dissolvido com o oxímetro digital logo após a coleta, anotou-se o resultado, acondicionou-se a amostra em caixa de isopor para colocar em estufa na Uniube campus aeroporto. Deixou-se a amostra a 20°C durante 5 dias para realizar a segunda medição, anotando o resultado e descartando.



**Figuras 6 e 7** – Exemplo da leitura do Oxímetro digital *in loco*  
Fonte: do próprio autor

Com ambos resultados, logo após a coleta e após 5 dias, calculou-se a DBO da amostra.

### 2.2.3 Cultura Microbiológica

A cultura microbiológica teve como objetivos a busca e confirmação da presença de coliformes totais e fecais, principalmente EC e Pseudomonas. Para isso iniciou-se com o preparo do caldo Lauril Sulfato em concentração dupla seguindo orientações do fabricante utilizado como meio de cultura. Em todas as inoculações a bancada fora higienizada com álcool 70, bico de Bunsen ligado e utilizou-se tubos com tubo de Durhan.

Com o meio pronto prosseguiu-se para cultura, pipetando-se 5 mL da amostra coletada em saco estéril em 5 tubos distintos (diluição 1:1). A cultura deste teste presuntivo é positiva para coliformes caso haja bolhas no Durhan após 24 a 48h em estufa.



**Figuras 8 e 9** – Tubos de caldo Lauril Sulfato  
Fonte: do próprio autor

Caso haja culturas positivas no caldo Lauril Sulfato do teste presuntivo há necessidade de diferenciar os coliformes fecais dos totais pelo teste confirmativo. Para isso preparou-se caldo verde brilhante e caldo EC seguindo orientações de cada fabricante. Com os meios prontos, selecionou-se um dos tubos de Lauril e inoculou-se, com alça de platina, 1 alçada em cada tubo, totalizando 5 tubos com caldo VB (coliformes totais) e 5 tubos com caldo EC (coliformes fecais); todos os tubos ficaram em banho maria por 24h, os primeiros a 40°C e os outros a 45°C. O resultado é positivo para ambos quando há formação de bolhas no Durhan.



**Figuras 10 e 11** – Tubos com caldo VB positivos  
Fonte: do próprio autor



**Figuras 12 e 13** – Tubos com caldo EC positivos  
Fonte: do próprio autor

Os tubos com caldo EC positivos foram inoculados em placa com ágar EMB pelo método de estriamento para confirmação de *E. coli*. A amostra é confirmada após 24h em estufa pela presença de colônias com reflexo verde pela fermentação da lactose.



**Figuras 14 e 15** – Placa de Petri com ágar EMB positivo para *Escherichia coli*.  
Fonte: do próprio autor

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises durante 1 ano compreendidos entre agosto de 2022 a agosto de 2023 (com exceção de janeiro de 2023 por férias da universidade) obtiveram-se resultados satisfatórios quanto a presença de coliformes fecais e totais e a DBO. Desse modo os resultados são apresentados nos tópicos a seguir.

### 3.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO é apresentada como a diferença entre a quantidade de OD no tempo inicial (logo após a coleta) (ODi) e no tempo final (5 dias após a coleta e conservada em frasco para DBO fechado e em estufa a 20°C) (ODf). Para isso os resultados para cada ponto em cada coleta são:

**Tabela 1** – Dados de OD nos tempos iniciais e finais dos pontos 1 e 2.

Mês	Oxigênio dissolvido (mg/L)			
	ODi (P1)	ODf (P2)	ODi (P1)	ODf (P2)
<b>Agosto/2022</b>	4,67	0,05	3,50	0,00
<b>Setembro/2022</b>	3,57	0,18	2,87	0,04
<b>Outubro/2022</b>	4,88	0,06	6,30	0,01
<b>Novembro/2022 - 1*</b>	5,50	0,00	3,64	0,00
<b>Novembro/2022 – 2**</b>	6,30	0,01	5,50	0,00
<b>Dezembro/2022 – 1*</b>	6,50	0,01	6,25	0,00
<b>Dezembro/2022 – 2**</b>	6,01	0,00	6,16	0,00
<b>Fevereiro/2023 – 1*</b>	6,98	0,03	6,63	0,14
<b>Fevereiro/2023 – 2**</b>	6,90	0,07	7,01	0,04
<b>Março/2023 – 1*</b>	7,02	0,14	6,95	0,08
<b>Março/2023 – 2**</b>	6,55	0,26	6,90	0,14
<b>Abril/2023</b>	7,16	0,12	7,24	0,07
<b>Mai/2023</b>	8,50	0,36	7,25	0,32
<b>Junho/2023</b>	8,11	0,20	7,41	0,10
<b>Julho/2023</b>	7,82	0,75	7,60	0,18
<b>Agosto/2023</b>	6,22	0,21	5,97	0,04

\* Referente à primeira coleta do mês no período chuvoso.

\*\* Referente à segunda coleta do mês no período chuvoso.

Fonte: do próprio autor

Com os resultados de cada medição, por se tratar de amostras sem diluição, calculou-se a DBO por meio da fórmula direta:

$$\text{DBO} = \text{ODi} - \text{ODf}$$

Sendo assim,

**Tabela 2** – Resultados do cálculo de DBO dos pontos 1 e 2.

Mês	DBO (mg/L)	
	P1	P2
Agosto/2022	4,62	3,5
Setembro/2022	3,39	2,83
Outubro/2022	4,82	6,29
Novembro/2022 -1*	5,5	3,64
Novembro/2022 – 2**	6,29	5,5
Dezembro/2022 – 1*	6,49	6,25
Dezembro/2022 – 2**	6,01	6,16
Fevereiro/2023 – 1*	6,95	6,49
Fevereiro/2023 – 2**	6,83	6,97
Março/2023 – 1*	6,88	6,87
Março/2023 – 2**	6,29	6,76
Abril/2023	7,04	7,17
Mai/2023	8,14	6,93
Junho/2023	7,91	7,31
Julho/2023	7,07	7,42
Agosto/2023	6,01	5,93

\* Referente à primeira coleta do mês no período chuvoso.

\*\* Referente à segunda coleta do mês no período chuvoso.

Fonte: do próprio autor

### 3.2. Cultura Microbiológica

Para o cálculo do número mais provável (NMP) de coliformes em 100 mL utiliza-se uma tabela com limite de confiança de 95% disponibilizado no Manual Prático de Análise de Água (Fundação Nacional de Saúde, 2013), em que se analisa 5 porções de 10 mL e consulta-se a tabela para definir o resultado de acordo como número de tubos positivos.

**Tabela 3 – NMP para 5 tubos analisados.**

Combinação de tubos positivos	NMP/100mL	Limites	
		Inferior	Superior
0	<2,2	0	6,0
1	2,2	0,1	12,6
2	5,1	0,5	19,2
3	9,2	1,6	29,4
4	16,0	3,3	52,9
5	>16,0	8,0	Infinito

Fonte: APHA, 1985

**Tabela 4 – Resultados de NMP e presença de coliformes fecais.**

Mês	Quantidade de tubos positivos		NMP/100mL		Coliformes fecais ( <i>E. coli</i> )	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
<b>Agosto/2022</b>	5	5	>16	>16	Ausente	Ausente
<b>Setembro/2022</b>	5	5	>16	>16	Presente***	Presente
<b>Outubro/2022</b>	5	5	>16	>16	Ausente	Ausente
<b>Novembro/2022 -1*</b>	5	5	>16	>16	Ausente	Presente
<b>Novembro/2022 – 2**</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Dezembro/2022 – 1*</b>	5	5	>16	>16	Ausente	Presente
<b>Dezembro/2022 – 2**</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Fevereiro/2023 – 1*</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Fevereiro/2023 – 2**</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Março/2023 – 1*</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Março/2023 – 2**</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Abril/2023</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Maio/2023</b>	5	5	>16	>16	Ausente	Ausente
<b>Junho/2023</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Julho/2023</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente
<b>Agosto/2023</b>	5	5	>16	>16	Presente	Presente

\* Referente à primeira coleta do mês no período chuvoso.

\*\* Referente à segunda coleta do mês no período chuvoso.

\*\*\* A amostra também foi positiva para *Pseudomonas*.

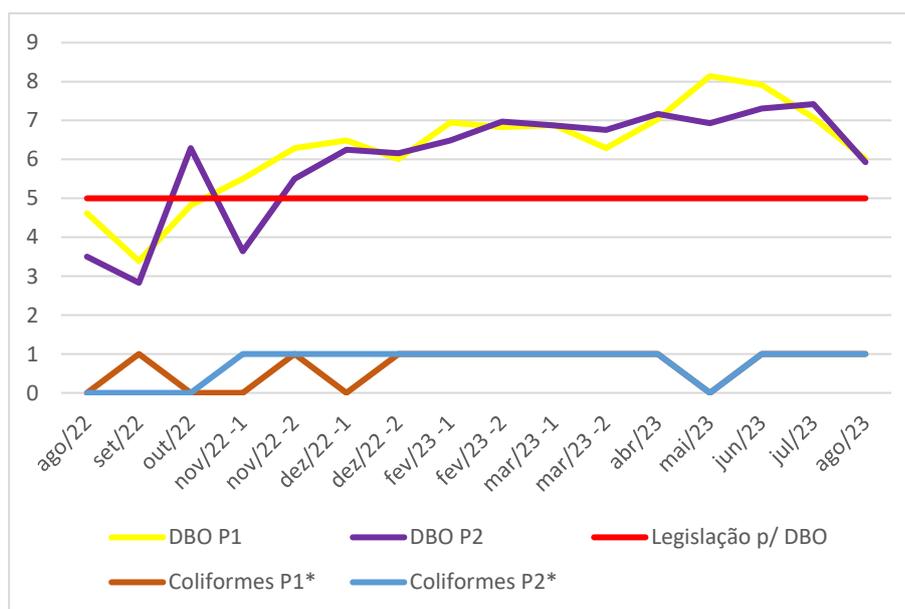
Fonte: do próprio autor

Após todas as inoculações em caldos e ágar para confirmação de presença de coliformes totais e fecais, da diferenciação coliformes totais e fecais e do cálculo de NMP dos tubos, obteve-se os seguintes resultados:

Após os resultados dos testes pode-se concluir que a alta DBO tem relação com a presença de coliformes fecais e totais. Segundo a resolução CONAMA N° 357/2005 o OD das amostras não deve ser inferiores a 5,0mg/L e a DBO (5 dias, 20°C) deve ser de até 5,0mg/L. A RDC n. 275/05 estabelece que as amostras de água devem ser ausentes de coliformes totais e fecais.

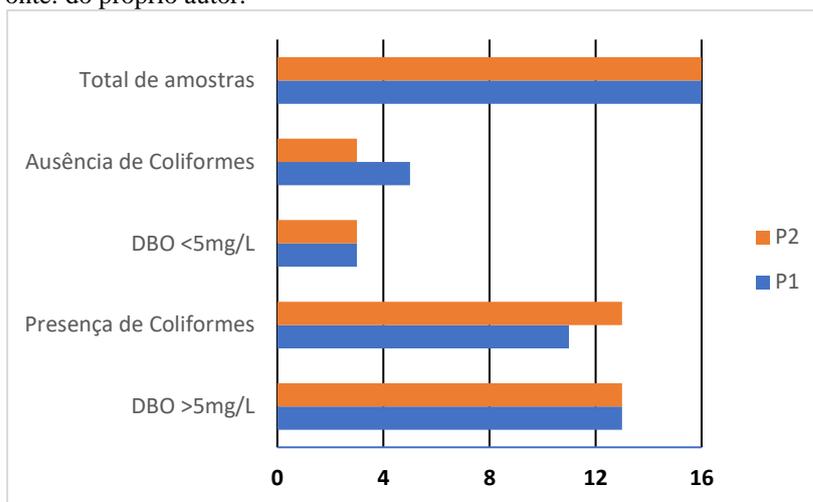
É importante reforçar que todas as 32 amostras analisadas tiveram presença de coliformes totais, mas como fator determinante da presença de coliformes totais e fecais, utilizou-se aqui a presença de E. coli para fins de facilitar o estudo.

Seguindo o que preconiza as legislações vigentes pode inferir-se que a água do rio Uberaba tanto antes da captação para tratamento quanto depois de passar pelo município de Uberaba não se pode considerar potável pela presença de coliformes totais e fecais e pela DBO fora do padrão estabelecido. Dessa forma é possível traçar uma relação entre ambos pois, em uma amostra ausente de coliformes totais e fecais, a DBO máxima é de 5,0 mg/L e, nas amostras analisadas 65,62% tiveram DBO >5,0 mg/L com presença de coliformes totais e fecais e apenas 12,5% estavam dentro dos padrões (DBO < 5,0mg/L e ausente de coliformes). 7 amostras mostram desvios pois 5 amostras (15,62%) tiveram DBO acima de 5,0mg/L, mas ausentes de coliformes e 2 (6,25%) com presença desses, mas com DBO dentro do padrão.



**Figura 16** – Gráfico de comparação da DBO dos P1 e P2 com a resolução n°357/05. \*Para coliformes, aqui indicados como E. coli, 1 = presença e 0 = ausência

Fonte: do próprio autor.



**Figura 17** – Gráfico com a relação de amostras, DBO e presença de coliformes.  
Fonte: do próprio autor.

Sendo assim, pode-se inferir que dentre as amostras com presença de coliformes totais e fecais (23) 91,3% delas apresentaram DBO>5mg/L; enquanto as amostras ausentes de coliformes (9) 55% ocorreram estar com o DBO acima do padrão estabelecido. Por outro lado, as amostras com DBO>5,0mg/L (26), 80,76% delas tinham presença de coliformes fecais e totais.

#### 4. CONCLUSÃO

Desse modo, conclui-se que a presença de coliformes fecais e totais na água pode ser fator para aumento da DBO de 5 dias a 20°C pois há maior concentração de microrganismos capazes de oxidar matéria biodegradável na água, contudo, apenas a presenças desses não é fator determinante pois, outras variáveis como quantidade de matéria biodegradável e concentração de outros microrganismos podem alterar a DBO em diferentes casos.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Disponível em: <http://atlassesgotos.ana.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2023.

Agência Nacional de Águas (Brasil). Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental . -- Brasília: ANA, 2017. Disponível em: [https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf). Acesso em: 20 maio 2023.

**Atlas águas:** segurança hídrica do abastecimento urbano. – Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em 13 maio 2023.

**Atlas Esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas – sistema existente Uberaba – MG. – Brasília: ANA, 2017. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Minas\\_Gerais/Sistema\\_Atual/Uberaba.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Uberaba.pdf). Acesso em: 20 maio 2023.

**Atlas Esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas – relatório de esgotamento sanitário municipal Uberaba - MG. – Brasília: ANA, 2017. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Minas\\_Gerais/Relatorio\\_Geral/Uberaba.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Relatorio_Geral/Uberaba.pdf). Acesso em: 20 maio 2023

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC nº 275/ de 22 de setembro de 2005**. Disponível <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0275\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0275_22_09_2005.html)> Acesso em 02 de abril de 2023.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível<[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfda\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2\\_008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2_008_410_2009_430_2011.pdf)> Acesso em 02 de abril de 2023.

COSTA, Emiliano Silva; SALLA, Marcio Ricardo; PEREIRA; Carlos Eugenio; FILHO, José Eduardo Alamy; LIMA, Guilherme de. Optimization of surface water utilization in the Upper reach of the Uberaba River, Triângulo Mineiro, **Sociedade & Natureza**, 31, e41033. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-41033>

CURADO, Ana Luisa; OLIVEIRA, Camila Cunha de; COSTA, William Raimundo; ANHÊ, Ana Carolina Borella Marfil; SENHUK, Ana Paula Milla dos Santos. Urban influence on the water quality of the Uberaba River basin: an ecotoxicological assessment. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1, 16 fev. 2018.

Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2127>.

FONSECA, Wagner Cleyton; TIBIRIÇÁ, Carlos Eduardo Junqueira de Azevedo. Avaliação da influência da estação de tratamento de efluente de Catanduva (SP) na qualidade da água do rio São Domingos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 181-191, fev. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220180157>.

LI, Enze; SALEEM, Faizan; EDGE, Thomas A.; SCHELLHORN, Herb E.. Biological Indicators for Fecal Pollution Detection and Source Tracking: a review. **Processes**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 2058, 17 nov. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/pr9112058>.

LUZ, Roger Bordin da; STAGGEMEIER, Rodrigo; FRATTA, Leila Xavier Sinigaglia; LONGO, Larisse; SCHUTZ, Rafael; SOLIMAN, Mayra Cristina; KLUGE, Mariana; FABRES, Rafael Bandeira; SCHENKEL, Guilherme Corrêa; BRUNI, Fabrício Prestes. Contaminação viral e bacteriana em águas subterrâneas na porção aflorante do Aquífero Guaraní, município de Ivoti, RS. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 12, n. 5, p. 871, 23 ago. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2068>.

**Manual Prático de Análise de Água**. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, 2013. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf). Acesso em 28 outubro 2023.

MARTINS, Fabrina Bolzan; GONZAGA, Gabriela; SANTOS, Diego Felipe dos; REBOITA, Michelle Simões. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E DE THORNTHWAITTE PARA MINAS GERAIS: CENÁRIO ATUAL E PROJEÇÕES FUTURAS. **Revista Brasileira de Climatologia**, Itajubá, v. , n. , p. 129-156, nov. 2018

MEDEIROS, Waneska Maria Vasconcelos; SILVA, Carlos Ernando da; LINS, Ruceline Paiva Melo. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 1, 16 abr. 2018. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2054>.

MENDONÇA, Maria Helena Martins; ROSENO, Sthefany Angely Moraes; CACHOEIRA, Thayany Ruanny Leite; SILVA, Ákylla Fernanda Souza; JÁCOME, Paula Regina Luna de Araújo; JÁCOME JÚNIOR, Agenor Tavares. Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 468, 2 maio 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1934>.

Ministério das Relações Exteriores. **Recursos hídricos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/meio-ambiente-e-mudanca-do-clima/recursos-hidricos>. Acesso em: 29 maio 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Resolução A/RES/64/292. 28 jul. 2010a. Disponível em: <<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N09/479/35/PDF/N0947935.pdf?OpenElement>>. Acesso em: 18 junho 2023.

PEIXOTO, Filipe da Silva. GROUNDWATER CONTAMINATION RISK IN URBAN WATERSHED. **Mercator**, [S.L.], v. 19, n. 6, p. 1-17, 15 jun. 2020. Mercator - Revista de Geografia da UFC. <http://dx.doi.org/10.4215/rm2020.e19013>.

SILVA, Taíssa de Souza Menezes da; ABRANTES, Jaime Antonio; RAMOS, Tatiane Mendes Varela; COZENDEY-SILVA, Eliana Napoleão; NOGUEIRA, Joseli Maria da Rocha. Perfil de sensibilidade aos antimicrobianos das cepas de Escherichia coli isoladas de amostras de águas superficiais do Rio Carioca-RJ, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 673-682, ago. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200405>.

SANTOS, Allita Rezende dos; SILVA, Renato Carneiro Fernandes da; ASSIS, Leonardo Campos de; MAUAD, Frederico Fábio. Defining environmental conservation levels considering anthropic activity in the Uberaba River Basin protected area. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1, 2 jan. 2019. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2279>.

SIQUEIRA, Hygor Evangelista; PEREIRA, Gener Tadeu; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; MARTINS FILHO, Marcilio Vieira; CAMPOS, Carlos Alberto Araujo. Estimativa de perdas de solo na área de proteção ambiental do rio Uberaba. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 1205-1226, 22 set. 2022. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509841259>

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Saneamento**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento/>. Acesso em: 28 maio 2023.

UBERABA (Município). Constituição (2005). Lei nº 9892, de 28 de dezembro de 2005. "Cria a Área de Proteção Ambiental Municipal de Uberaba - APA do Rio Uberaba - e dá outras providências.". Uberaba, MG, Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meioambiente/APA/Lei%20Mun%209892%20Criacao%20APA%20605%20-%202005.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.

World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first addendum. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf;jsessionid=760B76F3B275E5ABD57C43C22D44297F?sequence=1>. Acesso em: 01 jun. 2023.