

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE MORRINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE**

RENATA KIKUDA

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA: AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DA ÁGUA E DO POTENCIAL MUTAGÊNICO DO LAGO
DOS BURITIS DA CIDADE DE GOIATUBA - GOIÁS**

Morrinhos, GO
2018

RENATA KIKUDA

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA: AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DA ÁGUA E DO POTENCIAL MUTAGÊNICO DO LAGO
DOS BURITIS DA CIDADE DE GOIATUBA - GOIÁS**

Dissertação apresentada ao
Departamento de Pós-graduação
Stricto sensu em Ambiente e
Sociedade, para obtenção do título de
mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Débora de
Jesus Pires

Co-orientadora: Profa Dra Lílian Carla
Carneiro

Morrinhos, GO
2018

**Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade
Estadual de Goiás**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aluna: Renata Kikuda

**Orientadora: Professora Dra. Débora de Jesus Pires (UEG Campus
Morrinhos-GO)**

Co-orientadora: Professora Dra. Lílian Carla Carneiro (UFG/IPTSP)

Membros:

- 1. Débora de Jesus Pires**
- 2. Lílian Carla Carneiro**
- 3. Isabela Jubé Wastowski**

Morrinhos – GO

Data: 20/09/2018

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ke Kikuda, Renata
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA: AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DA ÁGUA E DO POTENCIAL MUTAGÊNICO DO LAGO
DOS BURITIS DA CIDADE DE GOIATUBA - GOIÁS / Renata Kikuda;
orientador Débora de Jesus Pires; co-orientador Lillian Carla Carneiro.
-- Morrinhos, 2018.
84 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Ambiente e Sociedade) -- Câmpus-Morrinhos,
Universidade Estadual de Goiás, 2018.

1. Nascente urbana. 2. Micro-organismos. 3. Poluentes. 4. Teste A.
cepa. I. Pires, Débora de Jesus, orient. II. Carneiro, Lillian Carla, co-
orient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter-me dado saúde e pessoas tão iluminadas nesta trajetória, com certeza sem suas bênçãos eu jamais teria conseguido.

Ao meu amado esposo e ao meu filho pela compreensão e renúncia em tantos momentos de dificuldade, sem esse apoio e carinho me incentivando nos momentos mais difíceis, com certeza eu não teria conseguido continuar essa caminhada.

A meus pais, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade e isso me fortaleceu e me fez tentar fazer o melhor de mim. Obrigada pelo amor incondicional!

A UEG e a UFG e todo seu corpo docente, além da direção e administração que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

A minha orientadora, Profa. Dr. Débora de Jesus Pires, por ter acreditado e depositado em mim sua confiança para execução deste trabalho, obrigada pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes.

A minha co-orientadora, Profa. Dr. Lilian Carla Carneiro, que tão gentilmente me recebeu, ensinou, incentivou e com seu jeito tão especial não me deixou desistir desse sonho. Obrigada por ter me recebido em sua casa, ter me permitido conviver e, também, amar o Davi. Obrigada por abrir as portas de seus laboratórios, permitir utilizar seu material e equipamentos sem nunca me constranger. Jamais poderei recompensá-la por toda bondade que teve comigo, mais que gratidão sinto em meu coração uma verdadeira amizade por essa pessoa tão iluminada.

Aos professores da UFG, Prof. José Daniel Gonçalves Vieira, Prof^a Carla Afonso da Silva Bitencourt Braga, Prof. Paulo Sérgio Scalize, por abrirem as portas de seus laboratórios para realização das análises necessárias.

Agradeço a todos os demais professores, técnicos e alunos do Anexo do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública – UFG, pela parceria e disponibilidade em ajudar sempre que possível.

Ao atencioso Prof. Dr. Rafael de Freitas Juliano pela dedicação, competência, apoio e todo conhecimento compartilhado. Pelos elogios e incentivos que me fizeram acreditar em meu potencial, por ser um grande exemplo de profissional de ser humano.

As lindas e gentis, Aline e Raylane, que me receberam, acalmaram, ensinaram com muito carinho e amizade. Seus conhecimentos e dedicação foram fundamentais, e a boa convivência nas rotinas de trabalho deixarão saudades. Espero que esta amizade perpetue por toda nossa vida. Também agradeço ao ex-aluno, agora amigo e colega de profissão, Junilson, por toda ajuda na execução do trabalho, além de sua amizade. Ao querido Renan pela alegria, boa amizade e companhia nas tardes de intenso trabalho.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, minha sincera gratidão.

RESUMO

A implementação de parques naturais nas cidades, que contemplem o uso urbano e a preservação de serviços ecossistêmicos, é um tema atual e polêmico, visto as dificuldades de conciliar a ideia de lazer e recreação para a população à preservação dos recursos naturais, principalmente no que tange as áreas de Preservação Permanente como é o caso nas nascentes urbanas. Com intuito de analisar a qualidade da água do Lago dos Buritis, que serve de área de lazer para a população de Goiatuba - GO, além de possuir um poço artesiano com acesso livre para que os cidadãos busquem água para consumo, foram realizados testes qualitativos com amostras de água de seis pontos diferentes entre a nascente e a foz do lago que desemboca no córrego "Chico À Toa". As amostras de água coletadas foram submetidas a testes físico-químicos, metais potencialmente tóxicos, microbiológicos e teste *Allium cepa*. Os testes para pH, alcalinidade, cor, turbidez e dureza apresentaram-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo o Ministério da Saúde Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 e dos P2, P3, P4, P5, P6 dentro dos padrões aceitáveis conforme a Resolução CONAMA 357/05, porém, o nitrato e a condutividade apresentaram-se fora dos padrões estabelecidos. O número de coliformes totais em amostras de água é maior que o valor máximo estabelecido pela legislação brasileira, demonstrando alta contaminação de origem fecal nas amostras de água do poço artesiano, da nascente e do Lago dos Buritis. A diversidade bacteriana encontrada, é considerável uma vez que a maioria dos isolados podem causar doenças humanas, exigindo atenção da saúde pública. O teste *Allium cepa* demonstrou potencial citotóxico para a água da nascente e da foz do Lago dos Buritis em Goiatuba, o que pode ser um indicativo de degradação ambiental provocada pela ação antrópica.

PALAVRAS-CHAVE: Nascente urbana; Micro-organismos; Poluentes; Teste *A. cepa*.

ABSTRACT

The implementation of natural parks in cities, which contemplate urban use and the preservation of ecosystem services, is a current and controversial theme, considering the difficulties of reconciling the idea of leisure and recreation for the population with the preservation of natural resources, especially in Permanent Preservation areas as is the case in urban springs. In order to analyze the water quality of lake of the Buritis, which serves as a leisure area for the population of Goiatuba - GO, besides having an artesian well with free access for citizens to obtain water for consumption, qualitative tests were carried out with water samples from six different points between the source and the mouth of the lake that flows into the stream "Chico À Toa". The collected water samples were submitted to physical-chemical tests, potentially toxic metals, microbiological tests and *Allium cepa* test. Tests for pH, alkalinity, color, turbidity and hardness were within the standards of potability established by the Ministry of Health Ordinance No. 2,914 of December 12, 2011 and P2, P3, P4, P5, P6 within the standards acceptable according to CONAMA Resolution 357/05, but nitrate and conductivity were outside established standards. The number of total coliforms in water samples is higher than the maximum value established by Brazilian legislation, demonstrating high fecal contamination in water samples from artesian well, spring and Buritis Lake. The bacterial diversity found is considerable since most isolates can cause human disease, requiring public health attention. The *Allium cepa* test demonstrated a cytotoxic potential for water from the source and mouth of Buritis Lake in Goiatuba, which may be indicative of environmental degradation caused by anthropic action.

KEYWORDS: Urban spring; Microorganisms; Pollutants; *Allium cepa* Test.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.1. Constituição da República Federativa do Brasil e o Meio Ambiente	12
1.1.2 Disposições da legislação infraconstitucional	14
1.1.3. Legislação concernente ao Estado de Goiás e município de Goiatuba	14
1.1.4. Princípio da precaução e prevenção	16
1.2 Caracterização da área de estudo	17
1.2.1 Lago dos Buritis do município de Goiatuba, GO	18
1.2.2 Hidrografia	19
1.2.3 Geologia	20
1.2.4 O Clima.....	21
1.2.5 1Características da vegetação local.	22
2 QUALIDADE DA ÁGUA	23
2.1 Físico-químicas	23
2.1.1 pH	23
2.1.2 Cor	24
2.1.3 Dureza	24
2.1.4 Turbidez	24
2.1.5 Alcalinidade	25
2.1.6 Condutividade	25
2.2 Metais Potencialmente Tóxicos	25
2.2.1 Cádmio	26
2.2.2 Chumbo	26
2.2.3 Cobre	28
2.2.4 Ferro, Magnésio e Lítio	28
2.3 Análises Microbiológicas	29
2.3.1 Resistência bacteriana a antimicrobianos.....	30
2.4 Teste <i>Allium cepa</i>	31
3 METODOLOGIA	33
4.1 PONTOS DE COLETA DA ÁGUA	33

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	34
4.3 METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS	35
4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	36
4.5 SISTEMA TESTE <i>Allium cepa</i> L.....	37
4.5.1 Análise estatística	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 FÍSICO- QUÍMICO	40
5.2 METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS	43
5.3 MICROBIOLÓGICOS	44
5.3.1 Técnica dos tubos múltiplos	44
5.3.2 Identificação fenotípica	47
5.3.3 Teste de resistência antimicrobiana	52
5.4 <i>ALLIUM cepa</i>	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
8 ANEXOS	74
ANEXO I - IDENTIFICAÇÃO DE <i>CHROMOBACTERIUM VIOLACEUM</i> EM ÁGUA IN <i>NATURA</i>	

INTRODUÇÃO

A partir do processo de urbanização (pós revolução industrial) e aglomeração demográfica nos centros urbanos emergiram as primeiras reivindicações pela criação de espaços naturais voltados para o lazer e para a recreação, surgiram então, os Parques Naturais em áreas urbanas (VAINER, 2010). Os parques urbanos desempenham diferentes funcionalidades e configurações nas cidades, os quais estão diretamente relacionados às formas de gestão ambiental e padrões de crescimento dos núcleos urbanos (CARDOSO et al., 2015).

A implementação de parques naturais nas cidades, que contemplem o uso urbano e a preservação de serviços ecossistêmicos, é um tema atual e polêmico, visto as dificuldades de conciliar a ideia de lazer e recreação para a população à preservação dos recursos naturais, principalmente no que tange as áreas de Preservação Permanente (APP) como é o caso das nascentes urbanas.

Os tipos mais comuns de APPs estão localizados junto aos cursos d'água e apesar de protegida pela legislação, a ocupação destas áreas pela expansão urbana é crescente e tem causado degradação ambiental (FREITAS et al., 2013). Para Silva e Pasqualetto (2013) a criação de áreas verdes urbanas buscando tornar as cidades mais sustentáveis e ecologicamente equilibradas, devem adotar medidas e técnicas que garantam a conservação da vegetação e dos recursos hídricos.

Diante da concepção de que a exploração da água envolve aspectos econômicos, ambientais e socioculturais, entende-se que a preservação dos recursos hídricos é de responsabilidade de todos. Desta forma, as florestas e matas, bem como os cursos hídricos, devem servir ao interesse geral do país e mesmo que presente em áreas de propriedade privada, devem ser protegidos, restringindo sua utilização e exploração (BRASIL, 2012).

Em 2015 o Programa Mundial de Avaliação da Água das Nações Unidas (WWAP, 2017) informou que até 2030 a população mundial sofrerá com déficit de água. Apesar do Brasil ser um dos poucos países privilegiados com a abundância dos recursos hídricos, a falta de planejamento, o crescimento desordenado e a exploração ilimitada deste recurso, já faz com que parte da população sofra com o racionamento da distribuição e/ou com a contaminação dos mananciais.

Em âmbito global, prevê-se que a demanda por água irá aumentar de forma significativa nas próximas décadas. Além do setor agrícola, industrial e produção de energia a urbanização acelerada e a expansão dos sistemas urbanos de abastecimento de água e saneamento também contribuem para a demanda crescente de consumo (WWAP, 2017).

Conforme Silva et al, (2017) as cidades são fundamentadas conforme a superposição de elementos socioeconômicos e culturais, resultando nas mais diversas formas de relações com o meio natural. Ainda segundo estes autores, o crescimento urbano tem atingido espaços inadequados e/ou irregulares em relação às questões ambientais, tanto em termos estruturais como em saneamento básico.

As nascentes são recursos importantes utilizados para o abastecimento de água para muitas comunidades. Diante de sua importância no ecossistema, deve ser preservada. As nascentes são consideradas APP's, com sua vegetação sendo nativa ou não, não podendo ser exploradas ou removidas (PALIVODA; POVALUK, 2015).

Sabendo que as nascentes abastecem os córregos e outros cursos d'água que por sua vez abastecem os rios, se não houver a proteção das nascentes, menor será a vazão de água disponível. Os cursos d'água podem diminuir e a qualidade das águas será afetada, prejudicando todos os seres vivos que dependem dela para sobreviver (BELINATI, 2015). Ações antrópicas em ambientes naturais alteraram o ciclo natural da água e quando prejudicam a infiltração do solo a reposição do lençol freático é lesada e então, as nascentes perdem as capacidades quantitativa e qualitativa (RODRIGUES, 2006).

A degradação das matas ciliares e das florestas ripárias são outro problema para a conservação das nascentes, rios, represas e lagos, pois fazem parte do conjunto de estruturas e processos essenciais para o ciclo da água. Neste sentido, as boas condições dos aquíferos “dependem diretamente das condições, da vegetação ripária, sua preservação e suas diversidade e densidade” (TUNDISI; TUNDISI, 2010, p.68).

Agentes poluidores como produtos químicos utilizados na agricultura e resíduos industriais, afetam diretamente os organismos dessa biota. Outras fontes de contaminação são escoamento da chuva das áreas urbanas e das águas de retorno da irrigação, disposição inadequada do lixo entre outros (REIS, 2011). A legislação ambiental brasileira possui nítida preocupação de manutenção dos recursos hídricos, enumerando elementos prioritários para proteção, das nascentes e margens fluviais (CARMO et al., 2014). Esses agentes poluidores

podem causar mutações no material genético dos organismos e alteração na expressão dos genes.

O surgimento de bactérias resistentes a antimicrobianos nos ambientes aquáticos é bastante relevante, pois a água pode ser veículo para a disseminação de várias doenças e pode ser influenciada por vários fatores como falta de saneamento, ou falta de instrução da população quanto ao risco do uso indiscriminado de antibióticos (NASCIMENTO, 2016; MARTI et al., 2014). A água constitui não somente um meio de disseminação de organismos resistentes aos antibióticos entre populações humanas e animal, mas também a via pela qual genes de resistência são introduzidos no ecossistema de bactérias naturais alterando a microbiota ambiental (CAUMO et al., 2010).

Apesar do esforço legislativo em formular leis que visam manter a necessária qualidade ambiental de áreas que contêm nascentes, é perceptível que somente esse ato isolado não é o bastante para garantir a adequada utilização do bem ambiental, sendo necessário o estudo, a identificação e a correção de formas nocivas que o ser humano tem tratado o ambiente (BOFF, 2009).

Nesse sentido revela-se essencial o estudo proposto nessa pesquisa, pois além de abordar os impactos ambientais causados pela atividade antrópica na nascente do lago dos Buritis no município de Goiatuba- GO visa analisar o enquadramento das condições ambientais na legislação.

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar a qualidade da água da nascente urbana do Lago dos Buritis, em Goiatuba – GO através de análises físico-química, toxicidade, microbiológica e bioensaio.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Constituição da República Federativa do Brasil e o Meio Ambiente

A legislação brasileira obedece uma hierarquia entre suas normas, sendo a mais importante delas a Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, sendo chamada de Constituição Cidadã por envolver direitos e garantias fundamentais destinados ao povo, que também é considerado além de destinatário pela Constituição Federal, o verdadeiro titular do poder (LENZA, 2011).

A Constituição Federal de 1988 apresenta fundamentos que norteiam as demais leis que tratam sobre a questão ambiental no ordenamento jurídico brasileiro, por isso é essencial sua compreensão antes de apresentar as regulamentações locais que versem sobre a água especificamente.

Quanto ao meio ambiente como bem de uso comum do povo, está disposto no artigo 225 da Constituição Federal que: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Neste sentido, a preservação das nascentes é um dever do poder público, mas em igual medida da coletividade, ou seja, extrapola a obrigatoriedade formalmente instituída e passa a alcançar em responsabilidade toda a comunidade.

De maneira muito específica (art. 129, III) a lei máxima estabelece que o meio ambiente é um bem de interesse difuso e coletivo (BRASIL, 1988), ou seja: “os sujeitos são indeterminados e indetermináveis, os titulares do direito são todas as pessoas da coletividade que poderiam, podem ou poderão entrar em contato com o dano” (GONÇALVES, 2012, p.15)

Desse modo, é garantido que qualquer pessoa do povo, pode acionar o poder público na ocorrência de dano ambiental, por meio do instrumento jurídico chamado de “ação popular”, literalmente a Constituição Federal no artigo 5º, LXXIII, dispõe que:

Qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise a anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, **ao meio ambiente** e ao patrimônio histórico e cultural, ficando o autor, salvo comprovada má-fé, **isento de custas judiciais e do ônus da sucumbência.** (BRASIL, 1988, **grifo nosso**)

A competência para observar e prevenir danos referentes ao meio ambiente e o proteger, é comum a União, ao Estado e aos Municípios, segundo o artigo 23, VI da Carta Magna (BRASIL, 1988)

Em suma, a Constituição Federal trata do meio ambiente como bem de uso coletivo e responsabilidade comum do povo. Como o povo é considerado o titular do poder, é de igual forma tratado como quem deve zelar pelo seu exercício consciente, especialmente no que toca à preservação ambiental. A água desse modo constitui-se parte do que a legislação chama de meio ambiente, sendo, portanto, responsabilidade do poder público e da comunidade seu manejo. Passa-se ao exame do que a legislação infraconstitucional regulamenta de forma específica sobre a água.

1.1.2 Disposições da legislação infraconstitucional

As principais regulamentações infraconstitucionais que se aplicam ao processo de tratamento dos corpos d'água são compostas pelos seguintes dispositivos legais: resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 20/1986; resolução CONAMA nº 274/2000, que alterou a resolução CONAMA 20/1986 no que se refere à balneabilidade; resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece os critérios para a classificação e enquadramento das águas em todo território nacional e a lei de nº 9.433 de 1997 (SOBRAL et al., 2008)

O CONAMA na Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986, estabeleceu o nível de qualidade da água a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo; a partir dos parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos que indicam o nível da qualidade de um corpo hídrico para atendimento legal de uso e classificação: águas doces (salinidade < 0,05%), águas salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e águas salinas (salinidade > 3%) (BRASIL, 1986).

A lei de nº 9.433 de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e classificou os corpos d'água segundo seus usos preponderantes. Essa definição dos corpos d'água em classes visa segundo Sirvinskas (2007, p.203): “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes”.

Segundo Pizzela e Souza (2007) a resolução CONAMA nº 357/2005 estabeleceu princípios mais protetivos de qualidade hídrica, contemplando as exigências da Constituição Federal de 1988 e da PNRH no tocante à proibição de lançamentos de poluentes, manutenção do equilíbrio ecológico e inclusão dos princípios de função ecológica da propriedade, da prevenção e precaução.

1.1.3. Legislação concernente ao Estado de Goiás e município de Goiatuba

Dispõe a Constituição do Estado de Goiás de 1989 em seu artigo 130:

O Estado e os Municípios criarão unidades de conservação destinadas a proteger as **nascentes e cursos de mananciais** que:

I - sirvam ao abastecimento público;

II - tenham parte do seu leito em áreas legalmente protegidas por unidade de conservação federal, estadual ou municipal;

III - constituam, no todo ou em parte, ecossistemas sensíveis, a critério do órgão estadual competente.

§ 1º - **A lei estabelecerá as condições de uso e ocupação, ou sua proibição, quando isso implicar impacto ambiental negativo**, das planícies de inundação ou fundos de vales, **incluindo as respectivas nascentes** e as vertentes com declives superiores a quarenta e cinco por cento.

§ 2º - A vegetação das áreas marginais dos cursos d'água, nascentes e margens de lago e topos de morro, numa extensão que será definida em lei, é considerada de preservação permanente, sendo obrigatória sua recomposição onde for necessário.

§ 3º - É vedado o desmatamento até a distância de vinte metros das margens dos rios, córregos e cursos d'água. (GOIÁS, 1989 -**grifo nosso**)

Nesse sentido, entende-se como área de preservação permanente segundo a Lei Municipal de Goiatuba de Nº 2.524//2008, artigo 66:

São áreas correspondentes aos recursos hídricos no perímetro urbano e próximo ao perímetro urbano, com matas ciliares preservadas e algumas recuperadas, importantes para a preservação do meio ambiente, dos recursos hídricos e manejo sustentável das unidades rurais, pois protegem a diversidade biológica presente no ecossistema local. São áreas imprescindíveis para garantir a continuidade da exploração da água para abastecimento da cidade, compatibilizando crescimento, desenvolvimento urbano, preservação e capacidade de produção de água e para garantir o ciclo natural da água através da conservação da vegetação nativa e recuperação das nascentes e matas ciliares (GOIATUBA, 2008).

Segundo o atual Código Florestal, Lei nº12.651/12, artigo 3º, entende-se por área de preservação permanente:

II -APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Portanto, nota-se que o objeto de pesquisa desse trabalho é considerado como área de preservação permanente segundo os parâmetros da legislação, o que impõe sobre o poder público e a coletividade maior responsabilidade no trato da nascente.

A lei complementar de nº. 004/05 de 2005, que trata sobre o Código do Meio Ambiente do Município de Goiatuba, em seu artigo 60, dispõe especialmente sobre as nascentes:

A Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos objetiva:

I – proteger a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida da população;

II – proteger e recuperar os ecossistemas aquáticos, **com especial atenção para as áreas de nascentes**, os banhados, as bacias de retardo, os estuários e outras relevantes para a manutenção dos ciclos biológicos;

III – reduzir, progressivamente, a toxicidade e as quantidades dos poluentes lançados nos corpos d' água;

IV – compatibilizar e controlar os usos efetivos e potenciais da água, tanto qualitativa quanto quantitativamente;

V – controlar os processos erosivos que resultem no transporte de sólidos, no assoreamento dos corpos d' água e da rede pública de drenagem;

VI – **assegurar o acesso e o uso público às águas superficiais e marginais, exceto em áreas de nascentes e outras de preservação permanente**, quando expressamente disposto em norma específica. (GOIATUBA, 2005)

Diante disso, é necessário pensar na sustentabilidade dos recursos hídricos de forma mais efetiva. Para tanto, o monitoramento da qualidade da água das nascentes urbanas, a fim de caracterizar aspectos físico-químicos que permitem diagnosticar as mudanças ocasionadas por ações antrópicas ou naturais, no uso e na ocupação da terra é fundamental (QUEIROZ et al., 2010). Os parâmetros físico-químicos são primordiais na investigação das reais influências de cada processo de degradação (SILVA, 2009).

1.1.4. Princípio da precaução e prevenção

A legislação brasileira revela-se vasta no que diz respeito à aparatos de proteção ao meio ambiente, destinando a ação popular para a possível situação de ocorrência de dano ambiental, podendo ser proposta por qualquer cidadão. Contudo, a Declaração Rio 92, define o princípio da precaução como preferível no trato das questões ambientais, ou seja, recomenda-se que evite o dano ambiental, ao invés de esperar sua ocorrência para o sancionar. Assim é conceituado o princípio da precaução:

Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (BRASIL, 1992).

O princípio da precaução, portanto, deve ser aplicado em qualquer situação de eventual risco ou perigo para o Meio Ambiente, não sendo as duas coisas sinônimas, pois risco diz respeito: “possibilidade da ocorrência de dano ao meio ambiente” (NUVOLINI, 2015, p. 6) e perigo: “representa uma ou mais condições físicas ou químicas, com potencial para causar danos, seja às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação desses”. (NUVOLINI, 2015, p. 8)

No caso específico desse trabalho, visa-se a aplicação do princípio da prevenção, que é definido como aquele que: “atua com prévio conhecimento das implicações relativas às intervenções antrópicas quando previsível a ocorrência de impactos negativos ao meio ambiente” (SAMPAIO et al., 2003, p. 14).

A Resolução do Conama nº 001/86, no artigo 1º, utiliza o termo “impacto ambiental”, que é definido como toda alteração das propriedades naturais, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, o bem estar da população e a qualidade do meio ambiente.

1.2 Caracterização da área de estudo

1.2.1 Lago dos Buritis do município de Goiatuba, GO

O município de Goiatuba pertence a microrregião homogênea, vertente Goiana do Paranaíba, localizando-se entre o paralelo 17° 46' 48" e os meridianos 49° 10' 00" e 50° 18' 00" de longitude oeste. A sede do município localiza-se a 18° 00' 48" de latitude sul por 49° 21' 30" longitude oeste, a uma altura média de 783 metros acima do nível do mar. No município, as costas altimétricas variam de 400 a 850 metros com altura média de 475 metros acima do nível do mar (OLIVER, 2017). A população do município é estimada em 34.312 habitantes, destes cerca de 84% vivendo na área urbana e 16% vivendo em área rural. A densidade populacional é estimada em 13,13 habitantes por km² (IBGE, 2010).

O Lago dos Buritis (Figura 1), é uma área verde urbana localizada no município de Goiatuba, Goiás (18°01'41.54"S e 49°22'17.95"O). Compreende uma área de aproximadamente 55300 m². A paisagem é composta por um lago e também, por um bosque remanescente de mata com espécies tipicamente nativas do Cerrado e Mata Atlântica (GOIATUBA, 2017).

Figura 1. Imagem de satélite da área do Lago dos Buritis, Goiatuba, GO.



Fonte: Google Earth, 2017.

Segundo dados da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (2017), a área de APP presente no Plano Diretor (2008) é uma macrozona de preservação permanente: área total da represa e do bosque do setor Buriti Park, localizado entre a Avenida Wander de Souza e Rua Adiles Penha, no sentido Leste/Oeste e Alameda dos Buritis e a Avenida José de Santana, no sentido Norte /Sul. Área correspondente ao parque dos Buritis, recuperada e protegida com alambrado e possui uma reserva de mata onde abriga a nascente do Córrego do “Chico À Toa”, braço direito. É uma referência de lazer (PLANO DIRETOR DEMOCRÁTICO PARTICIPATIVO DE GOIATUBA; LEI Nº 2.524//2008).

Em 29 de setembro de 2017 foi aprovado o decreto 13.668 que torna a APP, em questão, uma Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Lago dos Buritis. A Unidade de Conservação é uma ferramenta de grande relevância para a preservação de áreas com alta prioridade de fauna e flora, que por sua vez está diretamente relacionada à manutenção de todos os ciclos biogeoquímicos existentes no planeta. Além disso, a criação de Unidades de Conservação amplia o campo de estudo em diversas áreas da ciência, uma vez que em seu território existem diversos seres vivos ou inanimados, os quais podem solucionar ou melhorar a qualidade de vida humana (COSTA-CHAMA et al., 2010).

Essas premissas foram reforçadas na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Eco-92). Onde no âmbito da convenção, assinada por 175 países, considerou-se que um sistema adequado de Unidades de Conservação é o pilar central para o desenvolvimento de estratégias nacionais de preservação da diversidade biológica (PINTO, 2008).

1.2.2 Hidrografia

A Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte localiza-se no centro-sul do Estado de Goiás, na região central do Brasil. Sua área territorial corresponde a 3,6% do Estado, onde estão inseridos 39 municípios e onde se concentra 48% da população goiana (VEIGA et al., p. 127, 2013). A bacia do rio Meia Ponte vem sofrendo sérios problemas de desmatamento em decorrência da implantação de atividades agropecuárias. Atualmente, restam pequenos fragmentos de vegetação nativa que assumem grande importância na conservação dos recursos genéticos da fauna e da flora da região.

Conforme Carvalho e Siqueira (2011) o maior impacto antrópico sobre o rio Meia Ponte aconteceu a partir da década de 1960, provocados principalmente pelo desenvolvimento agrícola, desmatamentos das margens dos rios, processos erosivos, assoreamento e contaminação por defensivos agrícolas. A degradação do corpo hídrico é ocasionada, também, pelo crescimento demográfico exponencial, ocupação desordenada do solo e a falta de saneamento básico.

O rio Meia Ponte é classificado como um rio de Classe 2 sendo destinado ao abastecimento público com tratamento convencional, manutenção da vida aquática e recreação com contato primário (CARVALHO e SIQUEIRA, 2011).

Especificamente, a área do Lago dos Buritis está inserida em um divisor de águas onde está contida a nascente do Córrego “Chico À Toa” que por sua vez é um dos principais afluentes do Ribeirão Santa Maria, manancial que abastece o município de Goiatuba, GO (Figura 2) (GOIATUBA, 2017). Sendo, portanto, de extrema importância para a manutenção da qualidade de vida da população e imprescindível ao desenvolvimento sustentável do município.

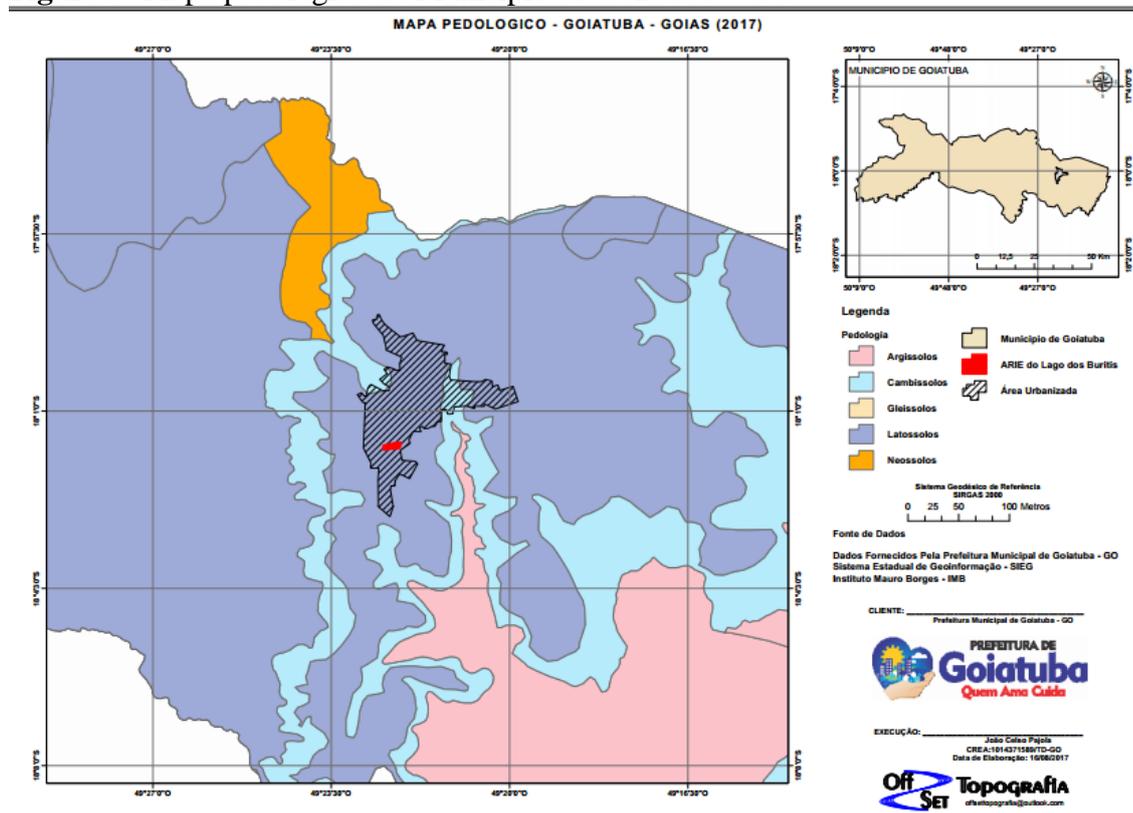
As nascentes e seu entorno desempenham importantes serviços ambientais para o bem-estar humano, porque fornecem e conservam a água, regulam o microclima e controlam

concentração de argila, grande quantidade de nutrientes, concentração de Alumínio e Ferro, o qual dá uma coloração avermelhada ao solo (GOIATUBA, 2017).

Nas veredas os solos são formados sob condições de drenagem deficiente ocasionado principalmente pela ocorrência de lençol freático próximo a superfície do solo. Nessas condições há uma tendência para a formação de solos hidromórficos (CÔRREA, 1989; RAMOS, 2000).

No Lago dos Buritis a vereda está de acordo com as classificações da Embrapa 1999, contendo solos designados: Organossolos, Gleissolos Melânicos, Gleissolos Háplicos (Figura 3). Encontra-se em diversas condições litoestatigráficas, pedológicas, de relevo e em diferentes níveis altimétricos (MELO, 1992; LIMA, 1996; RAMOS, 2000).

Figura 3: Mapa pedológico do Município de Goiatuba – GO.



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2017.

1.2.4 O Clima

O Estado de Goiás apresenta um clima tropical, com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, o índice pluviométrico médio anual está em torno de 1532 mm e 95% das chuvas ocorrem no período de outubro a abril (GOIÁS, 2006).

1.2.5 Características da vegetação local

A cobertura vegetal nativa observada apresenta parte de vegetação alterada pelo plantio de espécies ornamentais e invasoras. Porém, a quantidade vegetal encontrada, principalmente as que estão às margens do curso d'água, áreas de matas de galeria e ciliar, são, provavelmente, remanescentes da cobertura vegetal nativa.

Durante as visitas de reconhecimento da área de estudo, observou-se que a vegetação é diversificada e apresenta tipologia da vegetação nativa classificada como savana arborizada sob o domínio do bioma Cerrado (SANTOS; SPAROVEK, 2011).

De acordo com a tipologia é possível caracterizar no local a presença de fitofisionomia do tipo vereda. Um tipo de vegetação com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (buriti) emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas (RESENDE et al., 1985). As veredas são circundadas por campos típicos, geralmente úmidos e os buritis não formam dossel (cobertura contínua formada pela copa das árvores) como ocorre no Buritizal (RAMOS et al., 2005).

As veredas ocorreram em solos hidromórficos, com alto índice de saturação hídrica durante a maior parte do ano, principalmente organossolos, ocorrendo associadas à mata de galeria e campos limpos úmidos ao longo dos corpos d'água e cabeceiras de drenagem, exercendo papel fundamental na distribuição dos rios e seus afluentes e na manutenção da fauna do cerrado (SILVA et al., 2015).

A literatura indica três zonas ligadas à topografia e à drenagem do solo: 'borda' (local de solo mais seco, em trecho campestre onde podem ocorrer arvoretas isoladas); 'meio' (solo medianamente úmido, tipicamente campestre) e 'fundo' (solo saturado com água, brejoso, onde ocorrem os buritis, muitos arbustos e arvoretas adensadas). Estas zonas têm flora diferenciada. As duas primeiras zonas correspondem à faixa tipicamente campestre e o 'fundo' corresponde ao bosque sempre-verde, caracterizado assim pela literatura. Em conjunto essas zonas definem uma savana (RIBEIRO; WALTER, 2006).

Apesar da sua importância e da proteção legal conferida pelo artigo 4º, inciso XI do Código Florestal (BRASIL, 2012), que as definem como APP, essas áreas vêm sofrendo constantes modificações tanto no meio rural, quanto no meio urbano. As APP têm papel fundamental no equilíbrio na saúde do ecossistema, pois auxiliam na regulação do clima, da

biodiversidade, além de proporcionarem recursos valiosos para a sociedade (SILVA et al., 2016).

As florestas ocorrentes ao longo de cursos d'água e no entorno de nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares (RODRIGUES, 2001). O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem e portanto, das condições ecológicas locais (KAJEYAMA; GANDARA, 2001).

Na área do Lago dos Buritis, além das veredas, as Matas de Galeria também estão associadas à conservação das nascentes. Estas se apresentam como destaque, pois são florestas, ou outros tipos de cobertura vegetal nativa, que ocorrem ao longo das margens dos cursos d'água e no entorno de nascentes e reservatórios de água. A Mata de Galeria é uma formação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados, adensados chamados de galerias, sobre o curso de água. Esta formação localiza-se geralmente em fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não definiram seu curso (NETNATURE, 2017).

Ainda que ocupe uma pequena área, essa formação é essencial para a conservação da água (quantidade e qualidade) e da fauna silvestre, pois filtra agrotóxicos, diminui a contaminação da água, evita a erosão e reduz o assoreamento dos cursos d'água (OLIVEIRA-FILHO et al., 1990; LIMA; ZAKIA, 2002; MENDONÇA et al., 2008).

2 QUALIDADE DA ÁGUA

2.1 Físico-químicas

2.1.1 pH

O parâmetro pH é uma grandeza que varia de 0 a 14 e aponta a intensidade de acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução. O pH da água afeta relevantemente os ecossistemas aquáticos e a fisiologia das diversas espécies, bem como pode influenciar na precipitação de elementos químicos tóxicos (PIVOLI; KATO, 2005).

O pH pode ser de origem natural ou antropogênica, sendo reconhecida através de substâncias que aderem à água (GONÇALVES, 2016). As águas naturais possuem o pH na faixa de 4 a 9, sendo água pura valor igual a 7 e água superficial valor entre 4 e 9 (DONADIO

et al., 2005). Para o pH, a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece padrões de potabilidade para consumo humano, sendo permitida uma faixa de 6 a 9,5. Valores acima de 8,5 para o pH da água podem estar associados à incrustação de carbonatos de cálcio, enquanto valores inferiores a 6,5 são propícios a processos de corrosão de materiais como concreto e certos metais.

2.1.2 Cor

A Cor da água pode ser influenciada pela deposição de matéria orgânica e/ou inorgânica, ou também por substâncias metálicas como o ferro e o manganês relacionados com a geologia dos solos das margens dos rios (VON SPERLING, 2007; LEÓN, 2005). Ainda segundo estes autores, o aumento das chuvas, aumenta o transporte de material orgânico e inorgânico drenado nas margens dos rios, lagos e córregos o que influencia um aumento na cor. As substâncias provenientes da decomposição de material orgânico, principalmente de origem vegetal, são causadoras da cor em águas naturais. As atividades antrópicas influenciam na constituição da cor na água pelo lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais nos corpos d'água (PIRATOBA et al., 2017).

2.1.3 Dureza

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio (USEPA, 2017). A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente. A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável, sendo considerado níveis de 0 – 75 mg/L CaCO_3 água branda ou mole; 75 – 150 moderadamente dura; 150 – 300 dura e acima de 300 muito dura.

2.1.4 Turbidez

A turbidez da água é frequentemente associada à presença de sólidos dissolvidos em suspensão ou material em estado coloidal, orgânicos ou inorgânicos, outrora podem estar conectado com alta concentração de ferro (SCORSAFAVA et al., 2010). A degradação das matas ciliares e o uso intensivo do solo contribuem no transporte de substâncias poluidoras para os cursos d'água, aumentando a turbidez da mesma (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

No caso das águas subterrâneas, não apresentam problemas, neste estudo, de excesso de turbidez, como indicam os resultados obtidos por Corcóvia e Celligoi (2012), que realizaram análises químicas de 27 poços, pertencentes ao Aquífero Guarani e Aquífero Serra Geral.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 1,0 uT (unidade de turbidez) para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta e 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 uT.

2.1.5 Alcalinidade

A Alcalinidade apresenta-se quando o pH da água está acima de 7. Os principais constituintes que determinam este parâmetro são as bases conjugadas de ácido carbônico, carbonatos e bicarbonatos (PIRATOBA et al., 2017).

Uma água com acidez alta apresenta geralmente um sabor mais amargo e pode contribuir para o aumento do potencial corrosivo do meio (FRANCO, 2016). Segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006), a maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L⁻¹ de CaCO₃. Segundo Santos e Mohr (2013), geralmente águas de origem profundas, como poços subterrâneos, contêm alcalinidade superior a 20 mg.L⁻¹ CaCO₃.

2.1.6 Condutividade

A Condutividade refere-se à capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica devido aos cátions (cargas positivas) e aos ânions (cargas negativas) presentes nela, a partir da dissociação de outras substâncias (ZUIN et al., 2009).

Através deste parâmetro é possível calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), que podem oferecer risco à saúde, “pois, quando em excesso, tornam a água desagradável ao paladar e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais” (SANTOS; MOHR, 2013).

O valor máximo recomendado de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 para os STD é 1.000 mg/L. Os valores de condutividade, não estão referenciados por esta portaria.

2.2 Metais Potencialmente Tóxicos

As características bióticas e abióticas de determinado local influenciam na deposição de diversos componentes, metais, por exemplo, estão presentes naturalmente na composição básica de plantas e animais (MORGANO et al., 2005; VRIES et al., 2007; ROCHA, 2013). A presença de metais é fundamental para o controle do mecanismo biológico de diversas espécies (GOIVEIA et al., 2010). Porém, alguns desses componentes denotam alta toxicidade mesmo em baixas concentrações, tais como o chumbo, cádmio e mercúrio (ALLOWAY, 1995; ROCHA, 2013).

Para Vig e colaboradores (2003), a biodisponibilidade desses elementos também pode ser governada por característica do tipo de solo e influenciada por fatores como: especiação química e concentração dos metais; pH; intemperismo; fonte do elemento e natureza dos micro-organismos.

Segundo Al-Khashman (2004), as fontes de dispersão dos metais potencialmente tóxicos no ambiente são bastante difusas, podendo ser oriunda de atividade mineradora, defensivos agrícolas e fertilizantes, biossólidos, resíduos industriais, queima de combustíveis, entre outras.

Outro agravante são as áreas urbanizadas, que geralmente, perdem a capacidade de proteção ciliar, favorecendo a presença destes metais e outros tipos de resíduos nos corpos hídricos. A influência antrópica nestes ambientes é alarmante, tanto no aspecto quantitativo, quanto no qualitativo (SCHONS et al., 2014). A disponibilidade desse recurso é preocupante, afinal a quantidade de mananciais de água em condições de vazão e qualidade compatíveis com o abastecimento da população tem diminuído significativamente (DANELUZ; TESSARO, 2015).

Neste contexto de alterações antrópicas ao meio ambiente, é relevante destacar as vias de exposição dos seres vivos aos metais potencialmente tóxicos. Os solos, as plantas e as águas são as principais vias diretas de exposição humana (BURAK et al., 2008). Portanto, o monitoramento das atividades antrópicas em ambientes naturais é de grande importância, principalmente no que tange a concentração de metais tóxicos.

2.2.1 Cádmio (Cd)

O Cd é um metal não essencial, de alta toxicidade e de difícil excreção (KALAY; CANLI 2000; COSTA; HARTZ 2009). Segundo Magma (2011), o cádmio ocorre naturalmente no ambiente e é caracterizado como um metal suave e de cor branca prateada.

Não pode ser encontrado na forma pura, mas como um mineral combinado com outros elementos como oxigênio (óxido de cádmio), cloro (cloreto de cádmio) ou enxofre (sulfeto de cádmio), sendo mais abundante na natureza em forma de óxidos complexos, sulfetos e carbonatos juntamente com zinco e chumbo.

O cádmio também pode ser encontrado em fertilizantes agrícolas a base de fosfato. Segundo a *International Fertilizer Industry* - IFA (1998), os teores de Cd em solos utilizados para fins agrícolas estão geralmente bem abaixo dos níveis críticos, porém, está aumentando lentamente, o que levanta preocupação por parte das indústrias de fertilizantes, pois este fato indica o surgimento de problemas ambientais e sanitários a médio e longo prazo.

O Cd, quando absorvido pelo organismo humano, pode causar problemas aos sistemas cardiovasculares, gastrointestinal, neurológico, renal, reprodutivo, respiratório, causar problemas de desenvolvimento em embriões, além de ser um agente carcinogênico (GONÇALVES JR. et al., 2014).

2.2.2 Chumbo (Pb)

Metal com alta toxicidade, o Pb, em baixíssimas concentrações tem efeitos malignos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Pois não é um elemento degradável na natureza e, portanto, uma vez liberado no ambiente, permanece em circulação (NCM, 2003). Mesmo não sendo um elemento comum nas águas naturais é facilmente introduzido no meio ambiente por uma série de processos e produtos humanos: plásticos, tintas, pigmentos, indústrias metalúrgicas, aditivos da gasolina, baterias de automóveis, reciclagens informais e pela atividade de mineração (ROCHA, 2009; FERNANDES et al., 2011).

De acordo com o Programa Internacional de Saúde pública (IPCS) a contaminação por Pb “interfere na produção de hemoglobina, pode causar disfunção renal e retardo mental (crianças são particularmente sensíveis a esses efeitos)” (OMS, 2008). Além de causar diversos tipos de câncer. A exposição a chumbo pode ocorrer pela ingestão de alimentos e água potáveis contaminados, bem como pelo ar e pelo ambiente doméstico.

A OMS estabelece como valor de referência para chumbo em água potável 0,01 mg/L. É importante ressaltar que os valores de referência para substâncias carcinogênicas oferecem riscos, pois muito embora as análises indiquem resultados compatíveis com os parâmetros da legislação exigível, ainda assim, estas substâncias podem apresentar efeitos tóxicos em decorrência de outros fatores de estresse (DELORENZO, 2017).

2.2.3 Cobre (Cu)

O Cobre é um dos elementos essenciais a plantas e animais. Através de alimentos e água o homem absorve as quantidades necessárias para a manutenção do seu metabolismo. De acordo com Kalay e Canli (2000) e Pereira et al. (2010), o metal Cu é elemento essencial para o organismo e facilmente regulado pelo metabolismo sendo difícil seu acúmulo. Entre 40% e 70% do cobre ingerido é retido pelo organismo, sendo o restante eliminado pela bile, fezes e urina. O Cu, apesar de ser considerado um micronutriente essencial para várias funções biológicas (TORRES, 2009), quando presente em concentrações elevadas, pode apresentar efeitos tóxicos.

O atual Código Brasileiro de Águas recomenda estudos os mais acurados possíveis das águas, atendendo o conhecimento de suas verdadeiras propriedades. Então, sendo a água potável um alimento cotidiano, o conhecimento do seu teor de cobre é indispensável, principalmente, sob o ponto de vista dietético (SPITZNER, 2001).

2.2.4 Ferro, Magnésio e Lítio

Conforme a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2013), a água para ter qualidade deve ser incolor. Matéria orgânica, proveniente de vegetais em decomposição, quase sempre resulta em cor nas águas, outro fator é a deposição de ferro e manganês. Neste contexto, é importante destacar que o Art. 4º da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde traz as definições:

Para os parâmetros **ferro** e manganês são permitidos valores superiores ao VMPs estabelecidos no Anexo X desta Portaria, desde que sejam observados os seguintes critérios:

I - os elementos **ferro** e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 desta Portaria e nas normas da A B N T;

II - os VMPs dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados;
e

III - **as concentrações de ferro** e manganês **não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L**, respectivamente (MS, 2011 – grifo nosso).

O Ferro é um mineral vital para a homeostase celular, possui propriedades que o torna imprescindível para diversas reações biológicas, participa na formação de diversas proteínas, além de ser fundamental para o transporte de oxigênio, geração de energia celular e detoxificação celular (GROTTO, 2010).

O excesso de consumo de ferro pode provocar hemocromatose, doença caracterizada pelo acúmulo deste metal nos tecidos de órgãos como fígado, pâncreas, coração e hipófise (CESTEB, 2008). Entre as diversas fontes de Ferro a água também merece atenção, pois a presença de concentrações excessivas deste mineral em água de poço pode ser proveniente de origem natural, ou provocada pela poluição antropogênica em consequência da presença de lixões, ou fossas que podem levar a uma contaminação do lençol freático (FREITAS *et al.*, 2001). Desta forma, sua determinação é essencial, pois a água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no anexo X, da portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. O valor máximo permitido é de 0,3 mg/L.

Quanto ao Magnésio ainda não existem evidências de que o nível deste elemento presente na água gere transtorno de ordem sanitária (VON SPERLING, 1996). Por sua vez, não existem restrições quanto à concentração de magnésio, uma vez que este possui, inclusive, propriedades benéficas para a saúde humana. O magnésio é um mineral fundamental em diversas reações celulares, entre elas podemos destacar os sistemas enzimáticos (AMORIM; TIRAPEGUI, 2008). A deficiência de magnésio está associada à redução da integridade e da função das membranas celulares em diversas doenças tais como: cardiovascular; pré-eclâmpsia/eclâmpsia; derrame; hipertensão; *Diabetes mellitus*; asma brônquica; distúrbios do sistema imunológico, entre outras (LAIRES; MONTEIRO, 2008).

Estudos recentes indicam o lítio como, também, elemento essencial ao organismo. Naturalmente, ele é encontrado em traços em plantas, plânctons e animais. Nos vertebrados, a concentração é relativamente baixa (SCHRAUZER, 2002). Não se conhecem quaisquer funções fisiológicas em nenhum destes organismos, porém, estudos nutricionais nos animais têm indicado sua importância na saúde (ZARSE *et al.*, 2011). A ANVISA/MS não estabeleceu valores máximos permitidos da quantidade de lítio na água.

2.3 Análises Microbiológicas

Doenças transmitidas pela água são provocadas, principalmente, pela ingestão de micro-organismos patogênicos, dentre eles as bactérias. A poluição microbiológica, além de prejudicar e comprometer a sobrevivência de vegetais e animais provoca também graves consequências à saúde do ser humano. Através do consumo de água de má qualidade, existe risco de contrair várias doenças, podendo levar à morte. Qualquer micro-organismo é patógeno em potencial, caso encontre um hospedeiro debilitado. Entretanto, apenas um

número limitado de espécies microbianas pode provocar doenças em uma porção significativa de hospedeiros normais (AZEVEDO, 2002)

De acordo com a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico de Paris, a informação sobre o ônus da doença, suas causas e prevenção é fundamental para a política de saúde. Entre outras coisas, uma melhor compreensão da carga de doenças e a contribuição relativa dos principais riscos apontam para oportunidades de ação preventiva em um contexto de aumento dos custos com a saúde (OCDE, 2013).

Em 2012, um estudo estimou que, mundialmente, 502 mil mortes por diarreia foram estimadas como causadas por água potável inadequada e 280 mil mortes por saneamento inadequado. Ainda segundo esta pesquisa, a estimativa ressalta a necessidade de melhorar a qualidade da água, o saneamento em ambientes de baixa e média renda (PRUSS-USTUN et al., 2014).

Dentre esses micro-organismos patogênicos, as enterobactérias são bastante expressivas, pertencem a família de bactérias bacilares, gram-negativas, aeróbias ou anaeróbias, móveis ou imóveis, que parasitam o intestino do homem e outros mamíferos (FRANCO, et al., 2005). Neste contexto, Falavinha e Degenhardt (2015), concordam que “as doenças de origem hídrica têm como principais agentes patogênicos aqueles associados ao trato digestório, sendo a rota fecal-oral sua principal forma de infecção”.

A Portaria 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde dispõe de padrões de controle da qualidade dos mananciais com finalidade para produção e abastecimento de água para o consumo humano e determina que, devem ser analisadas águas dos mananciais de modo a quantificar o número de colônias de *E. coli*. A mesma portaria recomenda a inclusão do monitoramento de vírus entéricos nos pontos de captação de água provenientes dos mananciais superficiais de abastecimento, com o objetivo de subsidiar estudos de avaliação de risco microbiológico (BRASIL, 2011).

2.3.1 Resistência bacteriana a antimicrobianos

A resistência é um fenômeno natural e evolutivamente conservado ao longo dos anos (WRIGHT, 2010), originou-se em organismos produtores de antimicrobianos para protegê-los de seus próprios produtos e evoluir em outros organismos originalmente susceptíveis que vivem próximos dos produtores (AL-BAHRY et al., 2014).

As bactérias adquirem resistência antimicrobiana principalmente através transferência horizontal de genes e da mutação (LAXMINARAYAN et al. 2013). Embora as mutações sejam a causa primária de resistência, outros processos como: conjugação, transdução, transformação e transposição, também, conferem a elas a aquisição de resistência (VITTECOQ et al., 2016).

O uso indiscriminado de antimicrobianos na medicina, agropecuária e indústria farmacêutica pode proporcionar um aumento das resistências bacterianas aos antimicrobianos, e facilitar a propagação destes pelo ambiente (RUSU et al. 2015; TITILAWO et al. 2015). Bactérias resistentes, assim como resíduos de antimicrobianos, são frequentemente encontrados em ambientes aquáticos e a contaminação desses ambientes ocorre principalmente pela má administração do esgoto e águas residuais (RODRIGUES-MOZAZ et al., 2015).

Independente da fonte de contaminação aquática, ela geralmente aumenta em áreas antropizadas, pois cada vez mais, corpos de água são utilizados como depósitos para efluentes urbanos, devido ao crescimento da população (MEIRELLES-PEREIRA et al., 2002). As contaminações destes ambientes causam sérios danos ambientais, como a eutrofização, por exemplo, que servem de força motriz na propagação de resistência a antimicrobianos (CAREY; MIGLIACCIO, 2009).

A identificação de isolados resistentes aos antimicrobianos em ambientes aquáticos pode ser usada como um bioindicador para monitorar o grau de poluição ambiental (AL-BAHRY et al. 2014), a água pode agir como um biorreator facilitando o intercâmbio de genes de resistência entre bactérias patogênicas e não patogênicas (BAQUERO et al., 2008; RIZZO et al., 2013). Neste sentido, estudar a presença de micro-organismos resistentes e multirresistentes no ambiente aquático é extremamente necessário, uma vez pode ajudar a avaliar o risco ecológico para a saúde ambiental (VAZ-MOREIRA et al. 2015).

2.4 Teste *Allium cepa*

A disseminação de agentes químicos introduzidos no ambiente, que podem gerar possíveis alterações genéticas nos organismos, motivou o desenvolvimento de metodologias de avaliação de genotoxicidade de substâncias (BRUSICK, 1987). Dentre os bioensaios, o teste *A. cepa* é bastante utilizado em laboratórios de todo o mundo para análise de várias substâncias das quais se deseja conhecer o possível potencial mutagênico, estimado pela frequência de

aberrações e quebras cromossômicas, expressando valiosas informações em relação à avaliação de amostras ambientais (RANK e NIELSEN, 1993; FISKEJÖ, 1985). Para Bianchi (2008, p.25) análises de mutagenicidade em plantas são importantes pois podem indicar efeitos nocivos da poluição para a saúde humana, principalmente em países e regiões que passaram por um rápido desenvolvimento e que apresentam um aumento na carga poluidora ambiental, devido à urbanização e industrialização.

Para Silva e colaboradores (2015) testes com *A. cepa* são eficientes devido a “sua cinética de proliferação, crescimento rápido de suas raízes, grande número de células em divisão, sua alta tolerância a diferentes condições de cultivo, fácil manuseio” entre outros.

Diante deste cenário, de crescente degradação dos corpos hídricos, aumento e diversificação das fontes de poluição, se faz necessário um acompanhamento das alterações da qualidade de água de um rio ou bacia hidrográfica, de maneira a embasar ações de proteção e recuperação ambiental, com vistas à garantia dos usos atuais e futuros (WEINBERG, 2013, p.2).

O estudo dos efeitos mutagênicos de *A. cepa* é de suma relevância, uma vez que os dados obtidos por meio da avaliação dos danos induzidos neste organismo modelo podem ser aplicados como parâmetro para a comparação com modelos animais, permitindo assim, a inferência dos perigos aos ecossistemas e à população que está exposta a esse contaminante (FRANCISCO, 2011, p.7).

3- METODOLOGIA

3.1 PONTOS DE COLETA DA ÁGUA

Todos os pontos de coleta foram demarcados com aparelho de GPS conforme demonstrado no Quadro 1 e ilustrados na Figura 4.

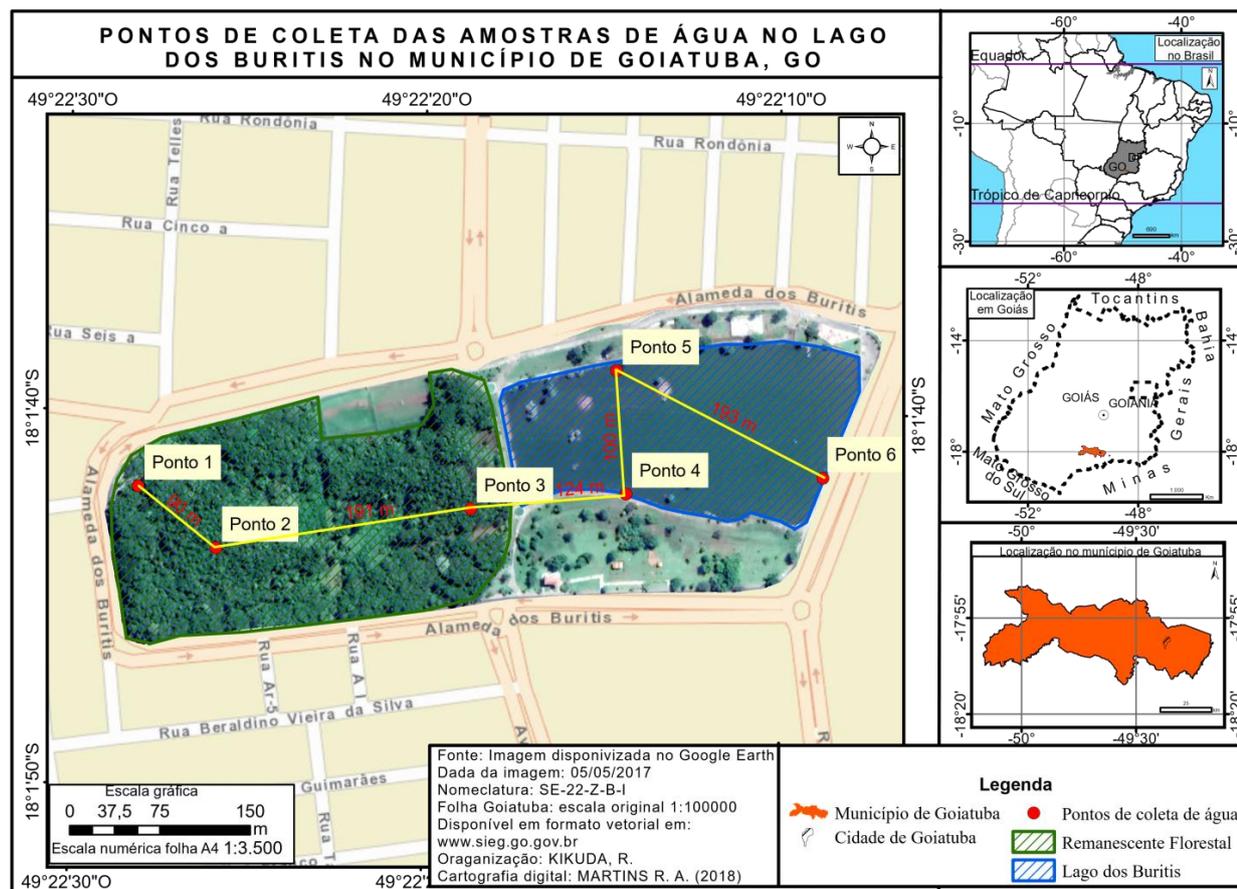
Quadro 1: Localização e referência dos pontos de coleta de água no Lago dos Buritis, Goiatuba – GO.

Ponto	Referência	Latitude	Longitude
P1	Poço artesiano onde a população recolhe água para consumo.	18° 1'42.05"S	49°22'28.27"O
P2	Nascente	18° 1'43.69"S	49°22'26.06"O
P3	Curso d'água que escoar para o lago e serve de dessedentação de animais do parque	18° 1'42.59"S	49°22'18.88"O
P4	Lago norte do lago	18° 1'42.16"S	49°22'14.51"O
P5	Lago sul do lago	18° 1'38.86"S	49°22'14.80"O
P6	Foz do lago (próximo ao desague no córrego "Chico À Toa")	18° 1'41.69"S	49°22'8.95"O

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 4: Pontos amostrais do Lago dos Buritis de Goiatuba, GO.

As amostragens de águas superficiais estabelecidas na presente pesquisa são



estabelecidas em conformidade com as estações climáticas, sendo uma para cada estação. As

coletas foram efetuadas no inverno (Julho de 2017), na primavera (Outubro de 2017), no verão (Março de 2018) e outono (Junho de 2018).

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A existência de água limpa é requisito essencial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos e para várias atividades humanas. A contaminação de mananciais impede, por exemplo, seu uso para o abastecimento humano (ANA, 2012). Neste sentido é necessário investigar parâmetros físicos, químicos e toxicológicos (teores de metais) na água da nascente urbana da ARIE Lago dos Buritis em Goiatuba - GO e buscar associações entre os parâmetros de qualidade da água e a identificação de prováveis agentes poluidores nesses ambientes.

As amostras de água coletadas foram armazenadas em frascos de vidro ou polietileno e transportadas para o Laboratório de Análises de Águas (LAnA), da Universidade Federal de Goiás, em caixa de isopor contendo gelo. As coletas, preservações, transporte e procedimentos analíticos seguiram o descrito pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2005).

O padrão de potabilidade, segundo o Ministério da Saúde Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, é um conjunto de valores permitidos como parâmetros de qualidade da água para consumo humano. Como o presente trabalho é apenas de cunho investigativo e não objetiva determinar a potabilidade das amostras analisadas, vale ressaltar que os parâmetros analisados serão utilizados apenas para investigar se a água da nascente do Lago dos Buritis apresenta contaminação correlacionando-a com as possíveis fontes poluidoras de origem antrópica ou natural associada ao uso e ocupação dos solos. Conforme Lopes (2011), a qualidade do recurso hídrico está intimamente associada ao uso do solo praticado nas vertentes das bacias.

Os parâmetros de qualidade investigados foram turbidez, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, cor, nitrato e dureza.

As análises de turbidez foram determinadas pelo turbidímetro 2100 Q – Hach, o nitrato foi determinado com uso do espectrofotômetro digital UV/VIS DR 6000 - Hach, o parâmetro cor pelo colorímetro Aquacolor - Policontrol. O pH da água foi determinado pela leitura do pHmetro. Para determinar a condutividade elétrica foi utilizado o condutivímetro portátil (Modelo EC 400 - Extech). Para o cálculo da dureza e alcalinidade total foram

utilizados os métodos titulação com EDTA e titulação com Ácido Sulfúrico, respectivamente, conforme protocolo da Fundação Nacional da Saúde (BRASIL, 2006).

A identificação da existência ou não de variações estatisticamente significativas nos parâmetros físico- químicos entre as estações seca e chuvosa foi realizada pelo emprego do testes estatísticos executados pelo programa *Minitab 17 Statistical Software*. Foram aplicados dois testes estatísticos (5% de significância): um teste paramétrico (teste-t) quando os dados nos períodos seco e chuvoso apresentaram distribuição normal. E o teste de Wilcoxon quando a distribuição dos dados em um dos períodos ou em ambos foi não normal. De acordo com o p-valor a diferença entre as variáveis pode ser significativa ($< 0,05$) ou não significativa ($> 0,05$). O teste de Wilcoxon se fundamenta no somatório da diferença absoluta entre o par de observações; sendo a hipótese de nulidade (H_0) não rejeitada quando esta diferença tende para zero. Este teste é comumente empregado em ciências naturais e área de saúde (HALL, 1992; JINREN; PENG, 2005; RAHMAN et al., 2006)

3.3 METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Os procedimentos de amostragem e preservação de amostras de água seguiram as orientações da CETESB (1987). Para a análise dos níveis de metais pesados em água, foram utilizados recipientes de plástico de 600 ml. As amostras de água foram acidificadas com ácido nítrico (HNO_3) para preservação das amostras até o momento da análise. As análises foram realizadas no Laboratório de Instrumentação Analítica do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG).

A leitura das concentrações dos metais Cd, Cr, Cu, Pb, Li e Mg nas amostras de água foram realizadas no Espectrofotômetro de Absorção Atômica com Chama (F-AAS), modelo AA-6300.

Para utilização do F-AAS foram geradas curvas de calibração para cada metal analisado, a partir de soluções padrões de 10, 5, 1, 0,5 e 0,1 ppm da solução certificada com concentração de 1.000 mg/g. Os padrões foram passados no equipamento e as curvas geradas com os resultados mensurados dos diferentes padrões (SHIMADZU, 2006). Obtendo-se as curvas para cada metal, as amostras foram analisadas em triplicatas, sendo o resultado expresso em ppm (partes por milhão) e depois convergidos para unidade de $mg.L^{-1}$ para água.

3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia (LAMAB) da Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Laboratório de Anaeróbios, Fenotipagem e Biologia Molecular (LAFEBIM) do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP - UFG).

Foram realizados exames microbiológicos, em seis amostras de diferentes pontos de coleta oriundos do poço artesiano, nascente, córrego e lago. Após a coleta, foi realizado processamento das amostras conforme a metodologia da APHA (2017).

Através da técnica dos Tubos Múltiplos (TM), foram realizados os testes de presença de Coliformes Totais (CT) em duas etapas: prova presuntiva e teste confirmativo. Para a prova presuntiva, foram preparados 15 tubos de Caldo Lactosado (CL) divididos em três séries de cinco, todos com tubos de Durham invertidos para cada amostra coletada. Nos primeiros cinco tubos foram usados CL de concentração dupla, em que inoculou-se 10mL de cada amostra em estudo em cada tubo (diluição 1:1). Nas demais séries foram utilizados CL de concentração simples, no qual foram inoculados 1mL (diluição 1:10) de cada amostra na segunda série e 0,01 mL na última série (diluição 1:100). Posteriormente, os tubos foram incubados em estufa a 37°C durante 48 horas. Após esse tempo, fez-se a leitura dos tubos, em que observou-se a formação de gás e turbidez como resultados positivos.

Para o teste confirmativo, foram selecionados apenas os tubos positivos analisados na prova presuntiva. Dos tubos que apresentaram formação de gás na prova presuntiva foram retiradas alíquotas com a alça de platina devidamente flambada e posteriormente, inoculados em novos tubos contendo 5mL de Caldo Bile Verde Brilhante (CBVB), todos com tubos de Durham invertidos e identificados. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 37°C por 48 horas para o crescimento de Coliformes Totais (CT).

Para a contagem de Coliformes Termotolerantes (CTT), foram retiradas alíquotas dos tubos positivos do teste presuntivo e transferidos para tubos contendo 5mL de Caldo *Escherichia coli* (EC) e deixados em estufa a 44°C por 24 horas. A positividade destas análises foi observada através da produção de gás e turvação do meio nos tubos de Durham. Os resultados positivos foram anotados e posteriormente, foi consultada a tabela de número mais provável (NMP).

Também realizou a identificação fenotípica, inoculando em meios de cultura específicos e realizando provas bioquímicas para identificação dos gêneros e espécies de

bactérias. Os isolados foram submetidos à caracterização por testes morfo-coloniais e bioquímicos, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2013).

O teste de susceptibilidade antimicrobiana (Tabela 1) foi realizado de acordo com os critérios de *Clinical & Laboratory Standards Institute* (2017). Discos de antibióticos em ágar foram utilizados com a assistência de pinça esterilizada. Depois de colocar os discos, as placas foram invertidas e incubadas durante 24 horas a 36°C, posteriormente, foram analisadas através de halos de inibição, onde verificou o diâmetro dos halos, determinando se a bactéria era sensível, resistente ou intermediária para os antibióticos testados.

Tabela 1: Discos de antibióticos utilizados para o teste de suscetibilidade das bactérias isoladas no Lago dos Buritis, em Goiatuba – GO.

Antimicrobianos utilizados para testar bactérias Gram – positivas.	Antimicrobianos utilizados para testar bactérias Gram – negativas.
Ciprofloxacina (5 µg / disco)	Azetreonam (30 µg / disco)
Clindamicina (2 µg / disco)	Amicacina (30 µg / disco)
Eritromicina (15 µg / disco)	Amoxicilina (10 µg / disco)
Gentamicina (10 µg / disco)	Amoxicilina / Ácido Clavulânico (30 µg / disco)
Linezolida (30 µg / disco)	Ampicilina (10 µg / disco)
Novobiocina (20 µg / disco)	Ampicilina + Sulbactam (20 µg / disco)
Penicilina (10 µg / disco)	Cefepime (30 µg / disco)
Rifampicina (5 µg / disco)	Cefoxitina (30 µg / disco)
Sulfazotrim (25 µg / disco)	Ciprofloxacina (5 µg / disco)
Tetraciclina (30 µg / disco)	Cefotaxima (30 µg / disco)
	Ceftazidima (30 µg / disco)
	Clorafenicol (30 µg / disco)
	Tetraciclina (30 µg / disco)
	Sulfazotrim (25 µg / disco)
	Gentamicina (10 µg / disco)

Fonte: Próprio autor, 2018.

3.5 SISTEMA TESTE *Allium cepa* L.

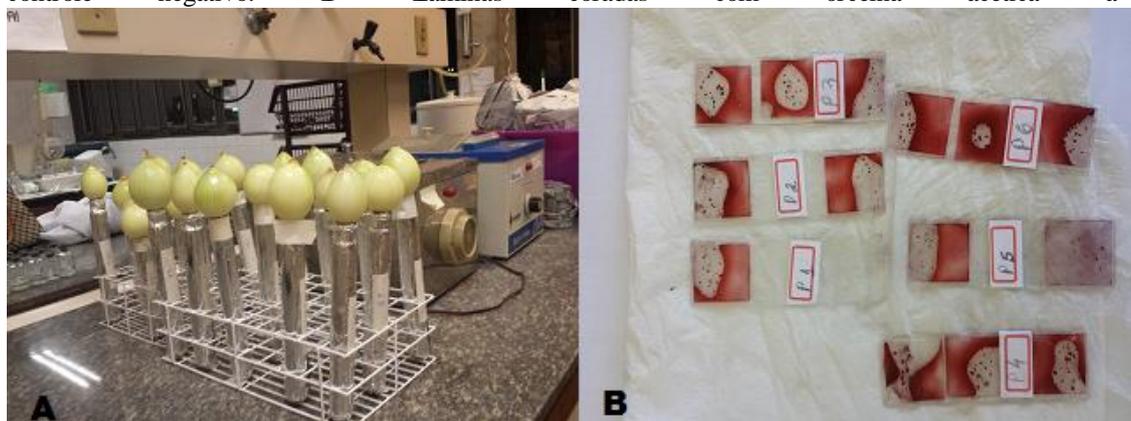
Foram coletadas amostras de água nos seis pontos (conforme relatado anteriormente), do Lago dos Buritis. Para a coleta das amostras, foram utilizados frascos esterilizados, as amostras foram identificadas e acondicionadas em bolsa térmica para o transporte até o Laboratório não ultrapassando o limite de 24h para realização das análises.

Para a realização deste estudo foi realizado o Sistema teste *Allium cepa*, conforme protocolos descritos por Fiskejo (1985), com algumas modificações. Foram adquiridas cebolas de uma fonte comercial e colocadas para enraizar em frascos com água destilada (controle negativo), à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), por seis dias, o mesmo procedimento

foi realizado para as amostras de água coletada. Antes de iniciar o experimento, retirou-se as raízes dos bulbos e também, higienizou-se os mesmos com água destilada.

Após seis dias de tratamento (Figura 5), retirou-se as raízes com maior crescimento de cada cebola e fez a fixação em solução Carnoy (3:1 álcool e ácido acético) por aproximadamente 12 a 14 horas. Respeitando o horário de maior atividade mitótica, as lâminas foram preparadas no período da manhã entre 6h e 9h. Após a fixação, as raízes foram submetidas à coloração, cada raiz foi adicionada a um frasco contendoorceína acética a 2% por alguns segundos. Após, com o auxílio de um bisturi, foi seccionado a região meristemática apical, colocados sobre a lâmina, cobertos com a lamínula e levemente macerados.

Figura 5 – A -Imagem de bulbos com as raízes colocados no tratamento com a água dos Pontos amostrais e do controle negativo. B- Lâminas coradas com orceína acética a 2%.



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

O material foi observado em microscópio óptico binocular com magnitude de 40X e 100X. Foram preparadas três lâminas para cada amostra, em cada uma das lâminas foram contadas 5000 células, observando quantas estavam em mitose para obtenção do fuso mitótico. Em cada lâmina, também, foram observadas as células com aberrações cromossômicas para a obtenção do potencial mutagênico.

3.5.1 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados, foi utilizada a análise de variância ANOVA, através do Programa *Minitab 17 Statistical Software*, seguida do teste de Tukey ou Games- Howell. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0.05$. O índice mitótico (IM) foi calculado pelo número de células em mitose dividido pelo número de células observadas, multiplicado por 100 e o índice de aberrações (alterações) cromossômicas é calculado através

do número de células alteradas multiplicadas por 100 e dividido pelo número de células observadas (SOUZA *et al.*, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS

Na tabela 2, estão ilustrados os resultados médios obtidos para os parâmetros físicos e químicos, avaliados na água da nascente urbana da ARIE Lago dos Buritis.

Tabela 2: Resultados obtidos das análises físico – químicas das amostras de água da nascente do Lago dos Buritis, Goiatuba – GO.

RESULTADOS								
COLETA / MESES	PONTOS	PH	Dureza total em mg CaCO ₃ /L	Condutividade de (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Alcalinidade e mg L-1 CaCO ₃	Cor (uH)	Nitrato (mg/L)
COLETA DE JULHO / 2017	P1	7,82	4,3	114,1	0,5	18,5	1,8	3,9
	P2	6,51	2,9	133,7	2,74	8,5	9,2	7,7
	P3	5,66	2,6	112,7	0,86	4	2,5	8,5
	P4	6,81	2,65	100,5	10,6	12	33,3	3,5
	P5	7,03	2,75	102,2	5,75	12,25	29,8	3,2
	P6	7,15	2,8	99,92	6,41	12,5	31,4	2,8
COLETA DE OUTUBRO / 2017	P1	7,73	2,5	122,1	0,25	20	1,2	3,6
	P2	6,68	2	146,9	3,65	16,25	31	4,6
	P3	6,44	2,25	151,2	8,68	18	48,7	4,6
	P4	6,92	1,85	125,6	19,6	18,5	69,2	1,2
	P5	6,97	1,7	125,6	20,9	19	66,8	1,1
	P6	6,98	1,65	122,7	27,7	19,25	78,7	1,1
COLETA DE MARÇO / 2018	P1	7,42	0,6	123,7	0,29	20	0,1	4,1
	P2	5,91	0	196,5	1,96	9,5	11,1	12,4
	P3	6,5	0	149,7	5,85	15,5	39,7	6,1
	P4	7,10	0	106,3	3,24	17	24,2	2,9
	P5	6,78	0	94,52	4,54	16	23,5	2,8
	P6	6,99	0	76,95	3,78	16	18,2	1,3
COLETA DE JUNHO/ 2018	P1	7,71	2	123,5	0,22	36	5,1	4,3
	P2	5,71	0,7	191,4	5,12	16	25,5	12,2
	P3	6,46	0,85	138,4	7,46	19,5	39,8	6,3
	P4	6,38	0,75	107,3	18,5	19	46,4	4,6
	P5	6,67	0,75	123,7	15	23,5	37,9	4,9
	P6	7,03	0,95	108,0	3,59	24	17,1	2,7
VMP Portaria nº 2.914/2011	-	6,0 a 9,5	< 500	n/d	< 5	n/d	15	< 10
VMP CONAMA nº 357/2005	-	6,0 a 9,0	n/d	n/d	< 100	n/d	< 75	< 10

Legenda: VMP = Valor máximo Permitido; n/d = Valor não determinado; uH = Unidade Hazen (mgPt-Co/L).
Fonte: próprio autor, 2018.

Segundo a Instrução normativa (IN) CONAMA 357/2005, o pH deve se manter entre 6,0 e 9,0, sendo que, nas amostras avaliadas, a média do pH variou entre 6,20 e 7,67

atendendo a legislação vigente. O pH do P6 foi próximo à neutralidade, enquanto a P2 teve o pH mais baixo em todos os meses. Resultados semelhantes foram encontrados por Vaz et al., (2018), em um riacho pertencente a uma área de conservação no Estado de São Paulo. Daneluz e Tessaro (2015), encontraram uma maior variação para valores de pH, no estudo de 45 nascentes no sudoeste do Paraná, com valores entre 6,1 e 8,3, ainda assim, atendendo aos padrões da legislação. No entanto, os autores ressaltam que a maioria das bactérias no meio aquático se desenvolve melhor com o pH entre 6,5 e 7,5 (pH ótimo). Vale ressaltar que grandes variações de pH prejudicam o equilíbrio químico e biológico dos recursos hídricos (MARMOTEL e RODRIGUEZ, 2015).

Para os dados de turbidez, verificou-se uma grande variação entre os pontos P1 e P4 na coleta de julho 2017 e junho de 2018, sendo que na coleta de outubro, os pontos P1 e P6 também apresentaram grande variação. Porém, todos os pontos apresentaram turbidez da água, abaixo do limite máximo estipulado pelo CONAMA, sendo que para o P1 foi utilizado o parâmetro da Portaria MS 2914/1, já que a água é utilizada para consumo humano e os demais pontos comparados ao parâmetro de 100 NTU conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 que se aplica a águas superficiais Classe I. No caso das águas subterrâneas, normalmente não apresentam problemas de excesso de turbidez, como indicam os resultados obtidos das amostras do P1.

Em relação à condutividade, a legislação do CONAMA não estabelece limites, mas quando comparados com CETESB (2009), indicam que valores acima de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ correspondem à presença de poluentes em água, sendo então apenas os pontos P6 da coleta de julho, P5 e P6 da coleta de março, estão abaixo deste nível. A condutividade elétrica da água não representa nenhum risco à saúde humana, mas, pelo seu valor, pode-se calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o qual oferece risco, pois, quando em excesso, tornam a água desagradável ao paladar (SANTOS e MOHR, 2013).

A cor do P1 apresentou-se dentro dos padrões recomendados para água de consumo. Já as amostras da nascente e do lago a cor mais acentuada foi no P4 e P5, no mês de outubro o que pode ser proveniente do maior grau de concentração de sólidos provenientes da dissolução de materiais orgânicos.

As amostras podem ser consideradas águas do tipo branda ou mole, pois a média entre as amostras foi de 3,32 mg/L e a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece

para dureza, o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável, sendo considerado níveis de 0 –75 mg/L CaCO_3 água branda ou mole. De acordo com a legislação (BRASIL, 2006) nos corpos d'água de reduzida dureza, a biota é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza, que tem efeito de reduzir a toxicidade de alguns metais como cobre, zinco, chumbo, etc (USEPA, 2015).

Quanto a alcalinidade, geralmente águas mais profundas, como poços subterrâneos, contêm alcalinidade superior a 20 mg.L⁻¹ CaCO_3 . Os resultados obtidos das análises do presente estudo para o P1 foram valores abaixo de 20 mg L⁻¹ CaCO_3 , o que mostra que há pouca alcalinidade na água do poço testado. Quanto à alcalinidade, as águas superficiais raramente excedem os 500 mg- CaCO_3 .L⁻¹ (BITTENCOURT; HINDI, 2000). Águas de baixa alcalinidade (<24 mg.L⁻¹ como CaCO_3) como as amostras coletadas dos pontos P2, P3, P4, P5 e P6, apresentam baixa capacidade de tamponamento e assim, são suscetíveis às mudanças de pH. Alguns peixes são muito sensíveis às alterações da alcalinidade, especialmente na fase larval (ROJAS; ROCHA, 2004).

Os valores do nitrato (NO_3) só ultrapassaram o VMP (CONAMA 357/2005) no P2 das amostras de março e junho. A concentração de NO_3 depende de processos de lixiviação de matéria orgânica do solo para a água em decorrência das chuvas e estão relacionados com processos biogeoquímicos (OLIVEIRA; CUNHA, 2014). A ocorrência de concentrações de nitrato com diferença significativa relacionada a sazonalidade pode ser resultante de fontes de poluição próximas oriundas das galerias pluviais que deságuam próximo à nascente. Segundo Agrizzi et al (2018), alta concentração de nitrato pode estar relacionado ao acúmulo de dejetos provenientes dos animais que usam o local para dessedentação ou, provavelmente pela falta de saneamento adequado na área.

Para avaliar se houve diferença significativa nos valores dos parâmetros físico – químicos ao longo do período seco e chuvoso foram aplicados testes estatísticos. Para os parâmetros pH, alcalinidade e cor, que apresentaram distribuição normal, foi realizado o teste t ao nível de significância de 5% e os parâmetros condutividade, turbidez, dureza e nitrato, que não apresentaram distribuição normal, foi realizado o teste de Wilcoxon também ao nível de significância de 5%. Quando comparados os resultados encontrados neste estudo no período chuvoso e seco observa-se que existe diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para os parâmetros dureza e nitrato. Os parâmetros pH, condutividade, turbidez, alcalinidade e cor

não demonstraram diferença significativa entre os períodos analisados. Alterações do nitrato e da dureza da água em áreas naturais podem ser indicadores eficazes para determinar a influência antrópica na qualidade da água (MUNIZ et al, 2011).

4.2 METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Na Tabela 3, estão ilustrados os resultados obtidos para a análise de metais presente na água, avaliados na nascente urbana do Lago dos Buritis, no período compreendido entre julho de 2017 e junho de 2018.

Tabela 3: Resultados das análises de metais presentes na água do Lago dos Buritis de Goiatuba – GO.

COLETA / MÊS	PONTOS	Pb mg/l (ppm)	Fe mg/l (ppm)	Mg mg/l (ppm)	Cd mg/l (ppm)	Li mg/l (ppm)	Cu mg/l (ppm)
COLETA JULHO/2017	P1	N/D	0,0001	0,00020	N/D	0,00055	0,0010
	P2	N/D	0,0061	0,01220	N/D	0,00049	0,0023
	P3	N/D	0,0067	0,01340	N/D	0,00065	0,0014
	P4	N/D	0,0194	0,03880	N/D	0,00055	0,0011
	P5	N/D	0,0249	0,04980	N/D	0,00055	0,0015
	P6	N/D	0,0146	0,02920	N/D	0,00049	0,0011
COLETA DE OUTUBRO / 2017	P1	0,00010	0,00112	0,00031	N/D	0,000009	0,0002
	P2	0,00007	0,00513	0,00004	N/D	0,0000095	0,0001
	P3	0,00008	0,00300	0,00067	N/D	0,0000105	0,0004
	P4	0,00013	0,00329	0,00064	N/D	0,0000075	0,0003
	P5	0,00014	0,00195	0,00073	N/D	0,0000075	0,0004
	P6	0,00012	0,03101	0,00059	N/D	0,000008	0,0004
COLETA DE MARÇO / 2018	P1	N/D	0,003	0,36	N/D	0,0000030	0,0001
	P2	N/D	0,002	0,16	N/D	0,0000025	0,0001
	P3	N/D	0,097	0,17	N/D	0,0000020	0,0002
	P4	N/D	0,003	0,13	N/D	0,0000020	0,0006
	P5	N/D	0,001	0,14	N/D	0,0000020	0,0002
	P6	N/D	0,023	0,14	N/D	0,0000000	0,0003
COLETA DE JUNHO / 2018	P1	0,0014	0,0032	0,353	0,00003	0,0000900	0,00023
	P2	0,0010	0,0586	0,208	N/D	0,0000500	0,00005
	P3	0,0012	0,0909	0,166	0,00003	0,0000200	0,00025
	P4	0,00139	0,0502	0,155	0,00005	0,0000100	0,00050
	P5	0,00077	0,0609	0,158	0,00006	0,0000200	0,00031
	P6	0,00114	0,0127	0,153	0,00008	0,0000100	0,00031

Legenda: N/D – Não detectado. Fonte: Próprio autor, 2018.

Em relação ao parâmetro químico ferro (Fe^{+2}) observou-se valores de concentração inferiores ao VMP em todas as amostras (valor máximo de 0,3 mg/L). O ferro, quando em altas concentrações, apesar de não ser considerado um Elemento Potencialmente Tóxico

(EPT), pode causar alterações na cor da água, manchar objetos e interferir no sistema de abastecimento (Bárbara et al., 2010). Favoravelmente o Cd não foi detectado nas três primeiras coletas, só sendo observado na coleta de junho, contudo nesta última apresentou valores dentro dos padrões previstos pela legislação vigente. Concentrações aceitáveis pela legislação também foram encontrados na água da nascente do Ribeirão da Mata em Minas Gerais, o que é positivo para a saúde de toda a biota local, visto que este metal é extremamente tóxico (TORRES et al., 2017).

O Pb foi detectado nas amostras dos meses de outubro/2017 e junho/ 2018, porém, em valores aceitáveis de acordo com a Portaria 2914/2011, bem como com a resolução do CONAMA 357/05. A contaminação da água pelo Pb, em áreas urbanas e suburbanas, tem sido objeto de estudo de inúmeros pesquisadores, assim como de Cd, a água da nascente do Ribeirão da Mata também está livre de contaminação por chumbo (TORRES et al., 2017).

Em todas as amostras a concentração de Cobre apresentou-se abaixo do VMP estabelecido pela Legislação Brasileira, o mesmo foi observado com o Lítio. O Lítio é um elemento simples que se encontra em pequenas quantidades em vegetais, alimentos derivados de plantas e água potável, portanto em pequenas quantidades não tem expressão (ZARSE et al., 2011).

Referente aos teores de magnésio, não existem padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, nem pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, o mesmo acontece com: Organização Mundial da Saúde – OMS; Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency – EPA); Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (United States Public Health Service – USPHS). Contudo, elevadas concentrações de magnésio interferem na potabilidade da água tornando-a tóxica, além de proporcionar sabor desagradável e conferir efeito catártico e diurético (SANTOS, 2014).

4.3 MICROBIOLÓGICOS

4.3.1 Técnica dos tubos múltiplos

Tabela 4 – Contagem bacteriana, por Número Mais Provável, das amostras de água do Lago dos Buritis – Goiatuba, GO.

MÊS/ Coleta	Amostras	NMP de CT** / 100 mL	NMP de CTT* / 100 mL
	PI	Ausente	Ausente

Julho/ 2017 (período de seca)	P2	1600	1600
	P3	1600	1600
	P4	1600	900
	P5	1600	1600
	P6	900	900
Outubro/ 2017 (período de seca)	P1	Ausente	Ausente
	P2	1600	1600
	P3	1600	1600
	P4	1600	1600
	P5	1600	1600
	P6	1600	1600
Março / 2018 (período chuvoso)	P1	7	4
	P2	1600	280
	P3	1600	350
	P4	1600	1600
	P5	1600	1600
	P6	1600	350
Junho / 2018 (período chuvoso)	P1	2	< 2
	P2	1600	17
	P3	1600	34
	P4	1600	1600
	P5	1600	1600
	P6	1600	500

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

*CTT: Coliformes Termotolerantes

**CT: Coliformes Totais

Considerando a Resolução CONAMA N° 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, as amostras analisadas serão comparadas a diferentes portarias do Ministério da Saúde, pois a água coletada nos diferentes pontos, possuem usos variados pela comunidade local. O P1 (poço artesiano) é frequentemente utilizado para o recolhimento de água para consumo humano, já os pontos P2, P3, P4, P5 e P6 foram determinados em trechos entre a nascente e o lago dos quais a água é utilizada para recreação, lazer, dessedentação de animais e próximo ao P6, há irrigação de hortaliças.

Os resultados obtidos mostraram que 91,66% das amostras analisadas apresentaram índices elevados para coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) (Tabela 4).

Os resultados da amostra do P1 serão comparados com os valores preconizados pela portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, pois pertencem ao poço artesiano. As demais amostras dos pontos P2, P3, P4, P5 e P6 serão comparadas com os padrões estabelecidos para águas de Classe II.

Os dados obtidos para o teste de presença CT, demonstraram da amostra do poço artesiano apresentou contaminação por CT nas análises de março e junho de 2018, sendo assim não atende as recomendações da legislação vigente para água destinada ao consumo humano. A presença de CT na água, indica perda de qualidade e ressalta risco potencial da existência de organismos patogênicos. Antagonicamente, a ausência deste grupo de micro-organismos pode considerar a água bacteriologicamente potável (DIAS, 2007). Deste modo, a população que utiliza a água deste poço para consumo sem que antes seja realizado algum tipo de tratamento da mesma, pode estar colocando em risco sua saúde.

As concentrações de CT elevadas foram observadas em todas as amostras de águas superficiais coletas, não apresentando diferença entre os pontos amostrados. Sendo assim, não é possível estimar se a principal fonte de contaminação é de origem natural ou antropogênica, devido aos despejos urbanos através de galerias pluviais que desembocam próximo aos pontos de coleta.

Em relação a *E.coli*, a Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, limita o consumo humano de água isenta desta bactéria de origem fecal, estando, portanto, a água do P1 imprópria ao consumo humano. Os demais pontos apresentaram valores superiores ao máximo permitido (até 200 CTT por 100 mL), pela Resolução CONAMA 357/05. Sendo a água utilizada, em trechos abaixo aos pontos de coleta, para irrigação de hortaliças, é possível considerar esta finalidade insegura devido os resultados observados. Ainda que a presença destes micro-organismos não indique diretamente a presença de patógenos, é um indício da ocorrência destes, afinal os micro-organismos nocivos à saúde humana se alojam no intestino de indivíduos contaminados e são eliminados através de suas fezes (CUNHA et al., 2004).

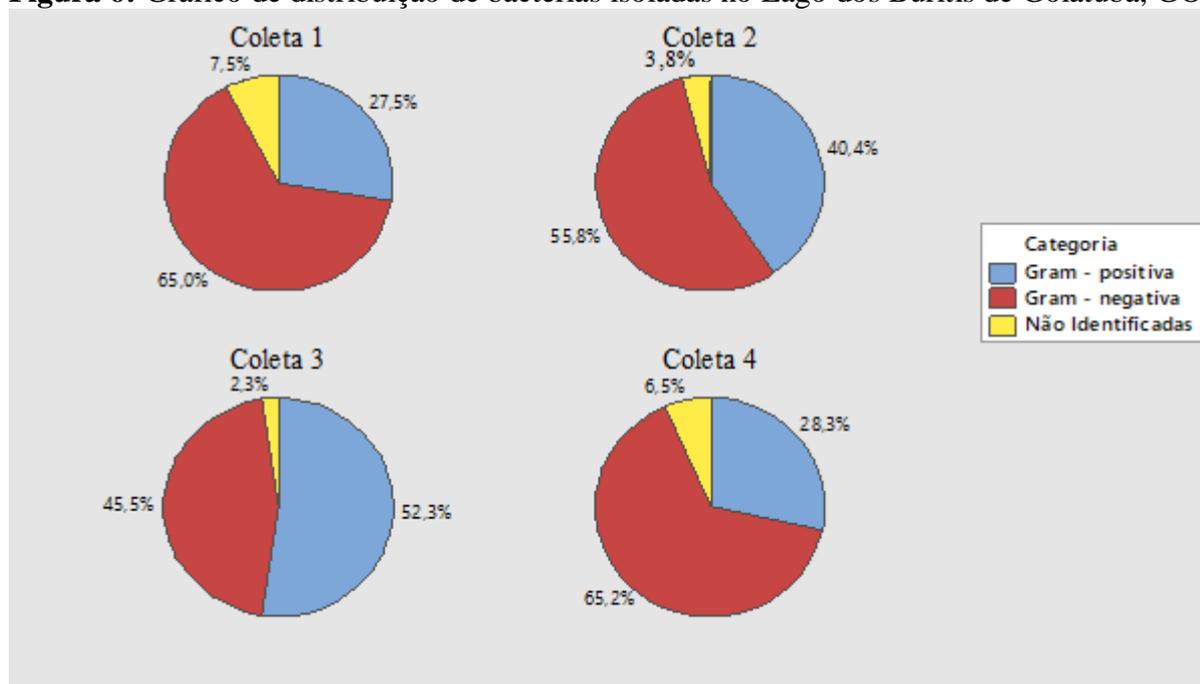
Przygodda, F. et al (2009) os resultados obtidos das análises de águas de 362 poços mostraram que 29,83% não atende aos parâmetros do Ministério da Saúde, o autor relacionou esses resultados com a condição e localização dos sistemas de exploração de água subterrânea, e as atividades que ocorrem nas áreas próximas aos poços também podem afetar a potabilidade da água. Além disso, problemas estruturais como, por exemplo, ausência de revestimentos adequados ou oxidados e ausência de selos de proteção, também os deixa vulneráveis a diversos tipos de contaminantes (TADDAY, 2007; KOTTWITZ e GUIMARÃES, 2001).

CASTELUBER, M. C. F. et al (2018) também relata contaminação da água da nascente do Córrego Barreirinho situado no município de Ibitié/MG por CT e CTT, possivelmente por descarga de dejetos urbanos. Neste sentido sugere-se que novos estudos sejam realizados para investigar a origem desta possível contaminação no Lago dos Buritis.

4.3.2 Identificação fenotípica

Como pode ser observado na Figura 6, nos seis pontos de amostragem nas quatro coletas realizadas, isolaram-se 177 bactérias, das quais a maior frequência observada foram de bactérias gram-negativas. Neste grupo, destacam-se as enterobactérias, bactérias que estão relacionadas a infecções na comunidade, geralmente transmitidas pela água ou alimentos contaminados (ANVISA, 2013).

Figura 6: Gráfico de distribuição de bactérias isoladas no Lago dos Buritis de Goiatuba, GO.



Legenda: Não Identificadas = bactérias que morreram antes que fossem realizados os testes de identificação fenotípica.

É relevantes destacar que na coleta 3, diferentemente das demais coletas, observou-se maior frequência de bactérias gram-negativas. Este fato pode estar relacionado ao fato de no dia desta coleta ter ocorrido alta precipitação chuvosa, Conceição et al (2012) relacionou o alto índice de isolamento bacteriano do período úmido ao fato de, neste período, existir grande quantidade de matéria orgânica em suspensão na água.

Dentre os isolados Gram – positivos, os estreptococos e enterococos são comumente utilizadas como indicação de contaminação em ambientes aquáticos (ABIA et al. 2015; KORAJKIC et al. 2015). Destacam-se, também, os *Staphylococcus* spp. que são um dos patógenos humanos mais importantes (ANVISA, 2013). O gênero *Staphylococcus* spp. constituem a microbiota residente ou transitória do homem, relacionados a diversas infecções como: na infecção primária da corrente sanguínea; infecções do trato respiratório inferior e de sítio cirúrgico, podendo apresentar resistência a uma ampla gama de antimicrobianos (JAY, 2005).

Estes dados sugerem que a água do poço artesiano (P1), de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela portaria 2914/11 (MS), pode ser considerada imprópria para consumo humano. Já a água da nascente e do lago dos Buritis (do trecho que percorre do P2 ao P6) utilizada sem tratamento prévio podem causar danos à saúde das pessoas, já que foi observado a utilização da mesma para irrigação de hortaliças e atividades de lazer sem o tratamento prévio. No entanto, para confirmar esta declaração, são necessários mais estudos.

Na Tabela 5 estão destacados os gêneros/espécies identificados em cada ponto amostral nas quatro coletas realizadas neste estudo.

Tabela 5: Identificação das bactérias isoladas na água do Lago dos Buritis de Goiátuba – GO, 2017.

Coletas	Gêneros / Espécie	Contagem	Percentual
COLETA DE JULHO	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	2	5,00
	<i>Aeromonas</i> spp.	2	5,00
	<i>Chromobacterium violaceum</i>	1	2,50
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	4	10,00
	<i>Enterobacter cloacae</i>	1	2,50
	<i>Enterobacter</i> spp.	1	2,50
	<i>Hafnia alvei</i>	1	2,50
	<i>Klebsiella</i> spp.	3	7,50
	<i>Listeria</i> spp.	3	7,50
	<i>Moraxella</i> spp.	2	5,00
	<i>Pantoea agglomerans</i>	4	10,00
	<i>Proteus vulgaris</i>	2	5,00
	<i>Sphingomonas</i> spp.	3	7,50
	<i>Staphylococcus auricularis</i>	1	2,50
	<i>Staphylococcus capitis</i>	1	2,50
	<i>Staphylococcus cohnii</i>	1	2,50
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	2,50
	<i>Staphylococcus equorum</i>	1	2,50
	<i>Staphylococcus muscae</i>	2	5,00
	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	1	2,50
Não identificadas*	3	7,50	

	Total 1ª Coleta	40	
COLETA DE OUTUBRO	<i>Corynebacterium</i> spp.	5	13,16
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	4	10,53
	<i>Enterobacter cloacae</i>	1	2,63
	<i>Erysipelothrix</i> spp.	1	2,63
	<i>Hafnia alvei</i>	1	2,63
	<i>Klebsiella</i> spp.	2	5,26
	<i>Listeria</i> spp.	3	7,89
	<i>Moraxella</i> spp.	4	10,53
	<i>Oerskovia turbata</i>	1	2,63
	<i>Pantoea agglomerans</i>	1	2,63
	<i>Plesiomonas</i>	2	5,26
	<i>Proteus Mirabilis</i>	1	2,63
	<i>Proteus</i> spp.	1	2,63
	<i>Proteus vulgaris</i>	1	2,63
	<i>Proteus Vulgaris</i>	1	2,63
	<i>Serratia marcescens</i>	1	2,63
	<i>Sphingomonas</i> spp.	1	2,63
	<i>Staphylococcus capitis</i>	1	2,63
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	2,63
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	4	10,53
<i>Staphylococcus</i> spp.	1	2,63	
	Total 2º coleta	38	
COLETA DE MARÇO	<i>Acinetobacter</i> spp.	1	2,27
	<i>Aeromonas</i> spp.	3	6,82
	<i>Bacillus</i>	1	2,27
	<i>Bacillus barbaricus</i>	2	4,55
	<i>Bacillus</i> spp.	6	13,64
	<i>Chromobacterium violaceum</i>	2	4,55
	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	1	2,27
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	4,55
	<i>Enterobacter</i> spp.	2	4,55
	<i>Enterococcus</i> spp.	4	9,09
	<i>Listeria monocytogenes</i>	2	4,55
	<i>Moraxella</i> spp.	1	2,27
	<i>Pantoea agglomerans</i>	2	4,55
	<i>Planococcus</i> spp.	1	2,27
	<i>Plesiomonas</i>	1	2,27
	<i>Serratia marcescens</i>	2	4,55
	<i>Staphylococcus arlettae</i>	1	2,27
	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	1	2,27
	<i>Staphylococcus</i> spp.	1	2,27
	<i>Streptococcus</i> spp.	2	4,55
Não Identificada	6	13,64	
	Total 3º coleta	44	
	<i>Aeromonas</i>	2	4,35
	<i>Aeromonas</i> spp.	1	2,17

	<i>Bacillus</i> spp.	1	2,17
	<i>Burkholderia cepacia</i>	1	2,17
	<i>Cellobioscoccus lentus</i>	1	2,17
	<i>Chromobacterium violaceum</i>	2	4,35
	<i>Citrobacter</i> spp.	1	2,17
	<i>Corynebacterium afermentans</i>	2	4,35
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	4,35
	<i>Enterobacter cloacae</i>	1	2,17
COLETA DE JUNHO	<i>Enterococcus</i> spp.	7	15,22
	<i>Moraxella</i> spp.	1	2,17
	<i>Pantoea agglomerans</i>	1	2,17
	<i>Planococcus</i> spp.	2	4,35
	<i>Plesiomonas</i> spp.	1	2,17
	<i>Providencia</i> spp.	1	2,17
	<i>Pseudomonas luteola</i>	1	2,17
	<i>Shigella dysenteriae</i>	1	2,17
	<i>Shigella</i> spp.	1	2,17
	<i>Shingomonas</i> spp.	2	4,35
	<i>Staphylococcus arlettae</i>	1	2,17
	<i>Staphylococcus cohnii</i>	1	2,17
	<i>Staphylococcus muscae</i>	3	6,52
	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	1	2,17
	<i>Staphylococcus</i> spp.	1	2,17
	<i>Staphylococcus carnosus</i>	1	2,17
	Não identificada	6	13,04
	Total 4º coleta	46	

Nota: *Isolados não identificadas pois não cresceram. Fonte: Próprio autor, 2018.

Como destacado anteriormente, a família bacteriana mais abundante foi a Enterobacteriaceae e os gêneros mais constantes foram *Enterobacter* spp., *Pantoea* spp., *Listeria* spp., *Klebsiella* spp. e *Sphingomonas* spp.. Os resultados encontrados por Nascimento et al., (2016), nos rios do semiárido potiguar se assemelham aos encontrados nesta pesquisa, os autores associaram o grande número de enterobactérias encontradas na água à contaminação destes locais por material fecal de origem humana ou animal, que, provavelmente, também tem provocado a contaminação do Lago dos Buritis.

Os gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia* e *Hafnia* constituem parte da flora intestinal do organismo humano e de outros animais de sangue quente e também vivem no solo e na água. Sua presença na água do Lago dos Buritis pode estar relacionada a efluentes de esgoto doméstico ou à presença de mamíferos, como, por exemplo, capivaras, porcos-domato e outros encontrados no local. Normalmente os micro-organismos pertencentes a estes gêneros não são capazes de invadir outras partes do corpo humano nem causar infecções. No entanto, em condições de um sistema imunológico debilitado, podem causar infecções

oportunistas como septicemia e infecções no trato gênito-urinário (NASCIMENTO; ARAÚJO, 2013).

Outro fator bastante relevante é a presença da *Chromobacterium violaceum*, que apesar de ser um micro-organismo comum do solo e água, pode provocar infecções graves podendo levar à morte (PRIYA et al., 2017). Segundo Nascimento e Araújo (2013) no Brasil há publicações de *C. violaceum* encontrada na água da região norte, sul, sudeste e nordeste, sendo assim, esta é a primeira vez que a *C. violaceum* é identificada no centro-oeste brasileiro.

Na coleta do mês de março foi identificada a *Acinetobacter spp.* que apesar de ser bastante comum em amostras ambientais, tem se destacado-se nas pesquisas ambientais e biotecnológicas devido a sua capacidade de biodegradação de vários compostos químicos orgânicos e inorgânicos (MACÊDO, 2001). No mês de julho foi identificada a *A. lwoffii* que é uma das principais bactérias relacionadas a meningite (TOUCH et al., 2014), um agravante é que o habitat aquático representa uma importante fonte de *Acinetobacter* com potencial para infectar humanos (ROCHA et al., 2013; XIN et al., 2014).

4.3.3 Teste de resistência antimicrobiana

Diante da importância da investigação de bactérias resistentes a antibióticos na água os isolados neste estudo apresentaram foram testadas a diversos antimicrobianos (Tabela 6). Os resultados da média de porcentagem de resistência de bactérias heterotróficas estão expostos na Tabela 7.

Tabela 6: Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Gêneros / Espécie	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novobiocina
				S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-
Coleta de julho 2017	2	1.1	<i>Pantoea agglomerans</i>	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1.2	<i>Enterobacter aerogenes</i>	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1.4	<i>Enterobacter aerogenes</i>	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1.5	<i>Klebsiella</i> spp.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1.6	<i>Klebsiella</i> spp.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1.8	<i>Klebsiella</i> spp.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1.10	<i>Enterobacter cloacae</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1.11	<i>Enterobacter aerogenes</i>	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1.12	<i>Hafnia alvei</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1.16	<i>Pantoea agglomerans</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1.17	<i>Staphylococcus equorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	S	S	S	R
	3	1.18	<i>Staphylococcus cohnii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	I	S	S
	3	1.19	<i>Staphylococcus muscae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	S	I	S	S
	4	1.20	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	S	R	R	R
	4	1.21	<i>Aeromonas</i> spp.	-	-	S	-	S	-	-	-	S	R	S	S	S	-	R	-	R	S	-	-	-	-	-
	4	1.22	<i>Enterobacter aerogenes</i>	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.25	<i>Staphylococcus auricularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	S	S	S	
4	1.26	<i>Pantoea agglomerans</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor.

(Continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Espécie	Gêneros / Espécie																					
				Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida
Coleta de Julho de 2017	4	1.27	<i>Staphylococcus muscae</i>	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S
	5	1.28	<i>Pantoea agglomerans</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	1.29	<i>Proteus vulgaris</i>	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	1.30	<i>Proteus vulgaris</i>	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	1.31	<i>Aeromonas spp.</i>	-	-	S	-	S	-	S	S	S	S	-	-	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-
	5	1.32	<i>Staphylococcus capitis</i>	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	S	S	S	S
	5	1.34	<i>Acinetobacter lwoffii</i> .	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-
	5	1.35	<i>Acinetobacter lwoffii</i> .	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	-	S	R	S	-	-	-	-	-	-	-
	6	1.37	<i>Enterobacter spp.</i>	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coleta de outubro de 2017	2	2.15	<i>Hafnia alvei</i>	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	2.17	<i>Moraxella spp.</i>	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	-	R	-	S	-	-	-	-	-	-	
	2	2.19	<i>Pantoea agglomerans</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	2.38	<i>Plesiomonas</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	R	S	I	S	-	S	-	-	-	-	-	-	
	2	2.39	<i>Serratia marcescens</i>	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	I	S	I	-	S	-	-	-	-	-	-	
	2	2.16	<i>Moraxella spp.</i>	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	R	-	S	-	-	-	-	-	-	

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor.

(Continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Espécie	Gêneros / Espécie																						
				Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novobiocina
Coleta de outubro de 2017	2	1.18	<i>Sphingomonas</i> spp.	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	-	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2.4	<i>Staphylococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	R	S	S	S
	3	2.5	<i>Staphylococcus capitis</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	R	R	S	S	S
	3	2.21	<i>Proteus vulgaris</i>	-	S	S	-	I	S	S	R	S	S	R	S	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2.22	<i>Proteus mirabilis</i>	-	S	S	-	I	S	S	R	S	S	R	S	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2.23	<i>Proteus vulgaris</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	R	S	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2.41	<i>Plesiomonas</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	R	S	I	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2.42	<i>Klebsiella</i> spp.	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	2.6	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	R	S	S	-	-	-	-	R	S	S	S	S	R
	4	2.25	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R
	4	2.43	<i>Klebsiella</i> spp.	-	R	R	-	R	R	S	I	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	2.44	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	2.9	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	S	S	S	S	R
	5	2.10	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	S	S	S	I	S	S
	5	2.31	<i>Moraxella</i> spp.	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	-	R	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	2.29	<i>Proteus</i> spp.	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	2.32	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor.

(Continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Gêneros / Espécie	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novabiocina	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	2.13	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-	-	-	-	S	-	-	R	S	S	-	-	-	-	-	R	S	S	S	S	R	
	6	2.35	<i>Moraxella</i> spp.	-	-	S	S	-	-	S	S	S	-	-	R	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	2.49	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	2.50	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	S	S	R	R	R	I	S	R	S	R	I	R	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	2.52	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coleta de Março de 2018	2	3.2	<i>Plesiomonas</i>	-	R	R	-	R	I	S	S	S	S	S	R	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-	
	2	3.4	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R	
	2	3.18	<i>Streptococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	-	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R	R	
	3	3.6	<i>Serratia marcescens</i>	-	S	I	-	S	I	S	S	R	R	R	R	R	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-	
	3	3.7	<i>Staphylococcus</i> spp	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	S	R	S	-	-	-	-	-	R	S	-	S	S	R
	3	3.8	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R
	3	3.9	<i>Streptococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	S	R	S	R	R	
	3	3.22	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	R	S	-	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R
3	3.23	<i>Enterococcus</i> spp.	-	R	S	-	R	-	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor.

(Continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Gêneros / Espécie	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novabiocina
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleta de março 2018	4	3.10	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	-	-	-	-	-	-	R	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R	R
	4	3.26	<i>Aeromonas</i> spp.	-	-	R	-	S	S	-	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	R
	4	3.27	<i>Aeromonas</i> spp.	-	R	R	-	S	S	S	S	S	-	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	3.28	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	R	R	-	S	-	S	S	S	S	-	S	-	S	R	-	-	-	-	S	-	-	-
	5	3.31	<i>Pantoea agglomerans</i>	-	R	R	-	S	-	S	S	S	S	S	R	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-
	6	3.32	<i>Enterobacter</i> spp.	-	S	R	-	S	R	S	S	S	S	S	S	I	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
	6	3.33	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	S	R	-	S	-	S	S	S	S	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-	-
6	3.34	<i>Planococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	I	I	-	-	-	-	R	R	R	S	R	R	
6	3.35	<i>Staphylococcus arlettae</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	R	R	S	-	-	R	-	R	R	R	R	R	R	R
Coleta de junho de 2018	2	4.8	<i>Pantoea agglomerans</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	4.10	<i>Aeromonas</i> spp.	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	4.11	<i>Chromobacterium violaceum</i>	-	R	S	-	R	R	I	S	I	S	S	S	R	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-
	3	4.16	<i>Pseudomonas luteola</i>	-	-	S	-	S	-	S	-	S	S	-	-	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	4.17	<i>Staphylococcus arlettae</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S
	3	4.18	<i>Planococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	-	R	R
3	4.20	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R	

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor

(Continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Gêneros / Espécie	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novobiocina
Coleta de junho de 2018	3	4.21	<i>Aeromonas</i> spp.	-	-	S	-	S	-	S	S	S	S	S	-	-	-	-	I	-	-	-	-	-	-	-
	4	4.22	<i>Staphylococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	4	4.24	<i>Shigella dysenteriae</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-
	4	4.25	<i>Citrobacter</i> spp.	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-
	4	4.28	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	I	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-
	4	4.29	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	I	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-
	5	4.30	<i>Cellobioscoccus lentus</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	5	4.31	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	4.32	<i>Aeromonas</i> spp.	-	-	S	-	S	-	S	S	S	S	S	-	-	R	-	-	S	-	-	-	-	-	-
	5	4.33	<i>Chromobacterium violaceum</i>	-	R	I	-	R	R	S	S	I	S	S	S	R	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-
	5	4.34	<i>Planococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	R	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	5	4.35	<i>Staphylococcus pulvereri</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	5	4.37	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	R	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	5	4.38	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	6	4.39	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	R	R	R	R	R	R
	6	4.40	<i>Providencia</i> spp.	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-
	6	4.41	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor

(continuação) **Tabela 6:** Identificação e resultado do teste de antibiograma dos isolados bacterianos de amostras de água do Lago dos Buritis, Goiatuba – Goiás.

Período	Ponto amostral	Número de identificação	Gêneros / Espécie	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Imipenem	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Amp+ Sulb	Piperacilin	Amo+Clav	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novabiocina
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	R	R	R	R	R	R
Coleta de junho de 2018	6	4.42	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	S	-	-	R	R	R	R	R	R	R
	6	4.43	<i>Shigella</i> spp.	-	R	S	-	S	S	S	S	I	S	S	S	S	-	S	R	-	-	-	-	-	-	-
	6	4.44	<i>Enterococcus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	S	R	S	S	S	S
	6	4.45	<i>Staphylococcus muscae</i>	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S
	6	4.46	<i>Staphylococcus muscae</i>	-	R	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	I	-	-	-	-	-	-	-

R: resistente; S: sensível; I: intermediário; -: antimicrobiano não testado. Estas classes de resistências foram obtidas a partir da comparação do tamanho halo de inibição formado no teste de antibiograma e comparado com o CLSI (2017). Fonte: Próprio autor

Tabela 7: valores médios de resistência antimicrobiana apresentados pelos isolados da água do Lago dos Buritis de Goiatuba, Goiás.

Antimicrobiano	Amoxicilina	Ampicilina	Cefepime	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Aztreonam	Ciprofloxacino	Amicacina	Tetraciclina	Sulfazotrim	Gentamicina	Ampicilina + Sulbactam	Piperacilin	Amoxilina + Clavulanato	Clorafenicol	Penicilina	Rifampicina	Clindamicina	Eritromicina	Linezolida	Novabiocina
% de I	0	3,92	3,08	0	3,08	4,08	1,75	2,91	0	1,06	3,26	4,08	0	0	9,09	0	0	0	5,26	2,56	0	0
% de R	47,06	50,98	12,31	6,25	10,77	10,20	1,75	4,85	6,25	9,57	10,87	14,29	50,00	100	59,09	5,88	71,79	56,41	63,16	48,72	56,41	70,00
% de S	52,94	45,10	84,62	93,75	86,15	85,71	96,49	92,23	93,75	89,36	85,87	81,63	50,00	0	31,82	94,12	28,21	43,59	31,58	48,72	43,59	30,00
NT	17	51	65	16	65	49	57	103	64	94	92	98	6	43	22	17	39	39	38	39	39	40

I = Intermediários; R = Resistencia; S = Sensibilidade; NT = Número total de isolados testados. Fonte: próprio autor, 2018

Os antimicrobianos testados demonstraram maior porcentagem média de cepas resistentes frente aos antimicrobianos: piperacilin (100%); penicilina (71,79%); clindamicina (63,16%); amoxicilina + ácido clavulanato (59,09%); linezolida e Rifampicina (ambos com 56,41%). O Aztreonam foi o antimicrobiano com menor porcentagem média de resistência (1,75%).

Os resultados de resistência antimicrobiana encontrados neste estudo assemelham-se aos encontrados por Bortoloti et al., (2018), em análises de água de fontes próximas a áreas urbanizadas no município de Itajubá, Minas Gerais. A resistência bacteriana limita as opções de tratamento, o que pode prolongar a gravidade ou a duração das doenças (TOOMBS-RUANE et al., 2017).

Carvalho (2015) avaliou a qualidade hídrica e o perfil de resistência de bactérias heterotróficas em nascentes da microbacia do município de Itajubá, MG. Entre os antibióticos testados, a penicilina foi o que apresentou maior percentual de resistência e, por outro lado, todos os isolados bacterianos obtidos (242) foram sensíveis ao antimicrobiano ciprofloxacino.

Bactérias resistentes a antimicrobianos encontradas na água oferecem riscos à saúde. Segundo Vaz- Moreira (2014), o risco a saúde humana ocorre quando há transmissão direta de bactérias através do consumo da água ou, indiretamente, através da transmissão de genes de resistência. Narciso-da-Rocha e Manaia (2016), também reforçam a importância do meio ambiente na disseminação de bactérias resistentes a antimicrobianos que podem tornar-se agentes oportunistas clinicamente relevantes.

Staphylococcus spp. apresentaram resistência á amoxilina (10 µg), penicilina (10 units), clindamicina (2 µg), eritromicina (15 µg), linezolina (30 µg), novabiocina (30 µg) e clindamicina (2 µg / disco), penicilina (10 unidades), rifampicina (5 µg / disco). Outros gêneros bacterianos tais como: *Aeromonas* spp, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter cloacae*, também apresentaram resistência a diferentes antibióticos, caracterizando multirresistência microbiana.

Acinetobacter lwoffii, *Klebsiella* spp, *Moraxella* spp, *Pantoea aglomerans*, *Plesiomonas*, *Sphingomonas* spp, *Staphylococcus equorum*, *Staphylococcus muscae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus* spp. apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico.

4.4 ALLIUM CEPA

Utilizando o Sistema teste *A. cepa* é possível verificar a citotoxicidade, do substrato testado, através da medida da taxa de crescimento celular, que pode estar aumentada ou diminuída (FIGUEIREDO, 2014). A redução significativa do IM em relação ao controle negativo pode indicar alterações que podem ser derivadas da ação química do extrato sobre o crescimento e desenvolvimento do organismo exposto (LÚCIO NETO,2011).

Os resultados observados, após a análise das células meristemáticas submetidas ao tratamento com a água do Lago dos Buritis estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Valores Médios e Porcentagem do Comprimento da raiz, Índice Mitótico e Índice de Aberrações Cromossômicas das amostras de águas do Lago dos Buritis, Goiatuba – GO.

MÊS	Pontos	Média do CR (cm)	IM (%)	IAC (%)
Coleta 1 (julho/2017)	P1	4,93	55,1±4,24	0,23±0,13
	P2	4,22	58,24±1,87	0,5±0,20
	P3	3,9	59,44±5,88	1,51±0,07
	P4	4,27	50,36±3,65	0,96±0,08
	P5	4,1	51,07±3,46	0,94±0,14
	P6	3,5	32,34±7,70	0,32±0,23
	CTRL	4,53	51,03±4,58	0,52±0,14
Coleta 2 (outubro/2017)	P1	6,52	52,98±17,16	0,83±0,19
	P2	5,6	56,93±7,42	0,93±0,49
	P3	6,08	55,07±10,77	0,73±0,10
	P4	5,32	48,17±7,18	0,86±0,12
	P5	4,67	51,45±8,09	0,47±0,21
	P6	7,01	30,61±4,47	0,67±0,21
	CTRL	4,48	53,96±1,51	0,51±0,16
Coleta 3 (março/2018)	P1	3,73	49,65±13,98	0,27±0,13
	P2	4,04	30,61±4,47	0,35±0,08
	P3	3,98	42,89±15,19	0,19±0,11
	P4	5,53	48,17±7,18	0,24±0,02
	P5	3,27	46,69±4,77	0,25±0,09
	P6	5,20	53,19±5,75	0,21±0,03
	CTRL	3,88	55,89±1,82	0,41±0,17
Coleta 4 (junho / 2018)	P1	4,11	44,65±11,77	0,27±0,08
	P2	3,87	52,11±8,05	0,18±0,06
	P3	3,74	51,00±2,23	0,27±0,17
	P4	3,64	49,73±7,55	0,25±0,02
	P5	4,45	55,67±2,17	0,28±0,09
	P6	4,11	44,51±9,22	0,28±0,06

CTRL	4,04	55,18±3,03	0,23±0,04
------	------	------------	-----------

Legenda: CR = Crescimento radicular; IM = Índice mitótico; IAC = Índice de aberrações cromossômicas; CTRL = Controle negativo. Fonte: Próprio autor, 2018.

O crescimento radicular das raízes de *A. cepa* submetidas ao tratamento da 1ª coleta (julho/2017) apresentaram diferença significativa (ANOVA, g.l = 6; F = 6,29; p = 0,001), indicando citotoxicidade das amostras analisadas. Convém destacar que a análise *post hoc* (teste de Games - Howell) do tratamento demonstrou diferença significativa apenas para a amostra do P6 (p <0,05). Para a análise do Índice Mitótico (IM) das amostras coletadas em Julho/2017 houve diferença significativa entre as amostras (ANOVA, g.l = 6; F = 9,25; p = 0,002) e, o teste *post hoc* (Tukey, p < 0,05) indicou a diferença significativa do P6 em relação ao controle negativo. Ambos os parâmetros apresentaram redução significativa (p <0,05) apenas para a amostra coletada no P6 em relação ao controle negativo, este resultado pode ser correlacionado ao acúmulo de resíduos antrópicos encontrados no local, corroborando com estudos realizados no Rio da Ilha – RS, onde foi identificada a citotoxicidade da amostra de água da foz do referido rio (RODRIGUES et al., 2016).

A avaliação do índice de aberrações cromossômicas (IAC) no mês de julho mostrou que no P5 houve maiores danos cromossômicos, possivelmente devido à presença poluentes provenientes de ação antrópica local, o que resultou em maior taxa de danos. Contudo para a genotoxicidade, não foi verificado diferença estatística para o IAC entre os pontos de coleta e o controle negativo

A análise estatística do crescimento radicular das células meristemáticas de *A. cepa* da coleta realizada em outubro/2017 mostrou não existir diferença significativa (ANOVA, g.l = 6; F = 1,57; p = 0,207) entre as amostras e o controle negativo. O resultado do IM da 2ª coleta confirma os resultados de citotoxicidade com base no crescimento radicular (ANOVA, g.l = 6; F = 2,60; p = 0,07) entre o controle negativo e as amostras dos P1, P2, P3, P4, P5 e P6. O IAC da referida coleta indicou não existir diferença significativa entre os pontos amostrais e o CTRL (ANOVA, g.l = 6; F = 1,72; p = 0,194).

Já os resultados das análises de março de 2018 mostraram que o crescimento radicular das células meristemáticas de *A. cepa* apresentou diferença significativa (ANOVA, g.l = 6; F = 0,80; p = 0,000) entre as amostras e o controle negativo, o teste *post hoc* (Tukey, p < 0,05) indicou a diferença significativa do P2 em relação ao controle negativo. O IM, indicou existir diferença significativa entre o CTRL e o P2 (ANOVA, g.l = 6; F = 9,34; p = 0,008) e a

análise *post hoc* (teste de Games - Howell) do tratamento demonstrou diferença significativa apenas para a amostra do P2 ($p < 0,05$). O O IAC não demonstrou diferença significativa entre as amostras e o CNTL (ANOVA, g.l = 6; $F = 1,86$; $p = 1,164$).

Os resultados das análises de junho de 2018 mostraram que o crescimento radicular das células meristemáticas de *A. cepa* não apresentou diferença significativa (ANOVA, g.l = 6; $F = 1,27$; $p = 0,323$) entre as amostras e o CNTL. O IM indicou não existir diferença significativa entre o CNTL e os pontos amostrais (ANOVA, g.l = 6; $F = 1,19$; $p = 0,372$). O IAC não demonstrou diferença significativa entre as amostras e o CNTL (ANOVA, g.l = 6; $F = 0,38$; $p = 0,877$).

Segundo Datta (2018) o teste *A. cepa* é um teste sensível de produtos químicos e poluentes que representam riscos ambientais, pois a ponta da raiz é a parte da planta que tem maior contato com produtos químicos / poluentes encontrados na água ou no solo, fato corroborado pelos estudos de Bhat et al. (2015) que mostraram a sensibilidade aos efeitos nocivos dos riscos ambientais. O que corrobora os resultados encontrados por Singh (2015) que analisou a qualidade da água do rio Gomti, na Índia, por meio do teste *Allium* e indicou poluição ambiental.

A diferença entre os resultados das análises de julho e março podem ser entendidas como resultantes da diferença na concentração de poluentes na água devido a fatores naturais como a chuva. A redução de chuva por períodos longos, dependendo de variações, pode diminuir diluições de efluentes e acarretar efeitos citotóxicos em sistemas naturais (ABU, et al., 2015).

Na coleta do mês de março, o maior número de anormalidades encontradas situa-se no ponto 2 o que pode ter sido ocasionado devido a presença de resíduos poluentes provenientes das galerias pluviais que desembocam próximo ao referido ponto. Os resultados demonstrados descartam atividade genotóxica e mutagênica das amostras e, corroboram com resultados apresentados nas análises do Rio da Ilha, que não demonstrou resultados genotóxicos, porém apresentou dados significativos de citotoxicidade (RODRIGUES et al., 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos parâmetros físico-químicos e da contaminação por metais demonstraram que as condições da qualidade da água, ainda podem ser consideradas boas, de acordo com as resoluções brasileiras vigentes, para os parâmetros pH, dureza, turbidez, alcalinidade e cor. Os parâmetros condutividade e nitrato apresentaram valores superiores ao VMP e, portanto, podem indicar poluição por ação antrópica.

O número de coliformes totais em amostras de água é maior que o valor máximo estabelecido pela legislação brasileira, demonstrando alta contaminação de origem fecal nas amostras de água do poço artesiano, da nascente e no lago da ARIE do Lago dos Buritis. A diversidade bacteriana encontrada, é considerável uma vez que a maioria dos isolados podem causar doenças humanas, exigindo atenção da saúde pública. Esta diversidade bacteriana tem várias origens, inclusive, natural. Porém, deve-se investigar influências humanas, especialmente de contaminação fecal. Os levantamentos da resistência antimicrobiana na água, exigem mais atenção devido a sua importância para a saúde dos seres vivos. É importante destacar que a água do poço artesiano, não deve ser utilizada para consumo humano sem que antes seja realizado algum tratamento para descontaminação da mesma, sugere-se que o poder público competente realize ações de conscientização da população quanto aos riscos desta prática. Igualmente, não é seguro utilizar a água que escoar do lago para irrigação de hortaliças que serão consumidas cruas.

Considerando os dados do crescimento radicular e especialmente valores de IM, é sugerido um potencial citotóxico para a água da nascente e da foz do Lago dos Buritis em Goiatuba. Por outro lado, não é assumida a mutagenicidade para a água do Lago amostrada nos pontos mencionados. Estes elementos, mesmo que de origem natural, podem ter sua ação tóxica potencializada quando se unem a componentes antrópicos, podendo reduzir a qualidade ambiental do referido curso e aumentar os riscos de danos ambientais, sociais e econômicos para a população local.

De modo geral, os resultados sugerem a necessidade de vigilância da qualidade da água do local estudado e o desenvolvimento de ações de educação ambiental e educação em saúde com a população para a divulgação dos possíveis problemas advindos do consumo da água deste poço artesiano e, também, das consequências negativas, para a biota local, provocadas pelos danos ambientais causados pela ação humana.

Neste sentido, será elaborado um ofício o qual será encaminhado para a Secretaria Municipal do Meio Ambiente afim de dar ciência as autoridades competentes dos resultados desta pesquisa e assim colaborar para o desenvolvimento das ações necessárias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(IPCS) **Programa Internacional de Segurança Química Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente** / Organização Mundial da Saúde, Programa Internacional de Segurança Química; tradução Janaína Conrado Lyra da Fonseca, Mary Rosa Rodrigues de Marchi, Jassyara Conrado Lyra da Fonseca. -- São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.

ABIA, A. L. K. et al. Quantitative microbial risk assessment (QMRA) shows increased public health risk associated with exposure to river water under conditions of riverbed sediment resuspension. **Science of The Total Environment** 566: 1143-1151, 2016.

AGRIZZI, Daniela Vantil et al. Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. *Eng. Sanit. Ambient*, vol.23, n.3, 2018.

AL-BAHRY, S.N. et al. Survival and Growth of Bacteria in Treated Wastewater and Water Distribution Systems and their Implication in Human Health: A review. **The International Arabic Journal of Antimicrobial Agents** 4(4): 1-11, 2014.

AL-KHASHMAN, O. A. Heavy metal distribution in dust, street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate, Jordan. **Atmospheric Environment**, Amsterdam, v.38, n. 39, p.6803–6812, 2004

ALLOWAY, B. J.; Ayres, D. C. **Chemical Principles of Environmental Pollution**, 1st ed., Blackie Academic and Professional: Glasgow, 1994.

AMORIM, A. G; Tirapegui, J. Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. **Rev. Nutr.**, Out 2008, vol.21, no.5, p.563-575. ISSN 1415-5273.

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Washington, 2005.

AZEVEDO, M. V. **Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, baía de Sepetiba-RJ**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz; 2002

BAQUERO, F. et al. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. **Current Opinion in Biotechnology**. 19:260–265, 2008.

BELINATI, M., Projeto de lei n.º 4.226, de 2015. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/1431360.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2016.

BHAT, S. A; J. Singh, A.P. Vig, Vermistabilization of sugar beet (*Beta vulgaris* L) waste produced from sugar factory using earthworm *Eisenia fetida*: Genotoxic assessment by *Allium cepa* test. **Environ. Sci. Pollut. Res.** 22 (2015) 11236-11254.

BIANCHI, J. **Análise dos efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos do inseticida malation, utilizando o sistema teste de *Allium cepa* em células de mamíferos**. 2008. 165 F. Dissertação de mestrado. Pós Graduação em Biologia Celular e Molecular. Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, SP.

BOFF, L. Ecologia & capitalismo: simplesmente incompatíveis. **Revista Beija-flor**, Curitiba/PR, ano 4, p.8-9, out. 2009.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm Acesso em: 08/01/2018

BRASIL, Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento 92. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>> Acesso em: 08/01/18

BRASIL, Lei de nº de 12.651 de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 08/01/18

BRASIL, Lei Federal (2012). **Código Florestal Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**, DF. Congresso Federal, 2012.

BRASIL, Resolução CONAMA n.20/1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43>> Acesso em 08/01/18

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 6 : Detecção e identificação de bactérias de importância médica /Agência Nacional de Vigilância Sanitária.– Brasília: Anvisa, 2013

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Brasília: MMA/SBF, 404p, 2002.

BRUSICK, D.J. **Principles of Genetic Toxicology**. New York: Plenum Press, 1987, 284p.

BURAK, D.L. et al. Metais pesados em solos: aspectos gerais. **Estudos avançados em produção vegetal**. UFES, Centro de Ciências Agrárias. p.571-592. 2008.

CARDOSO, S. L. C. et al., Gestão ambiental de parques urbanos: o caso do Parque Ecológico do Município de Belém Gunnar Vingren. urbe, **Rev. Bras. Gest. Urbana** [online]. 2015, vol.7, n.1, pp.74-90.

CAREY, R. O; MIGLIACCIO, K. W. Contribution of wastewater treatment plant effluents to nutrient dynamics in aquatic systems: a review. **Environmental Management**. 44:205-217, 2009.

CARMO, Laila Gonçalves do; Miguel Fernandes Felipe; Antônio Pereira Magalhães Junior. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas. **Bol. Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 275-293, maio/ago. 2014 SSN: 1984-8501

CARVALHO, B.M.F. **Qualidade hídrica e perfil de resistência de bactérias heterotróficas em águas de nascentes sobre diferentes usos do solo, na microbacia do ribeirão José**

Pereira (Itajubá - MG). 93 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

CASTELUBER, M. C. F. et al. Avaliação da qualidade microbiológica da água do córrego Barreirinho no município de Ibitaré-MG. Uma comparação com o Kit Enzquik. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, p. 275-282, 2018

CAUMO, K. et al. Resistência bacteriana no meio ambiente e implicações na clínica hospitalar. **Revista Liberato**, v. 11, n. 16, p. 89–188, 2010.

CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 27th ed. **CLSI supplement M100**. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2017.

CONCEIÇÃO, N. et al. Variação espacial e sazonal de microrganismos associados ao cultivo do Zungaro jahu (Ihering, 1898), na Estação Ambiental de Volta Grande, no Estado de Minas Gerais. **Journal of the Health Sciences Institute**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 186 – 190, 2012.

CORCÓVIA, J. A; Celligoi, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibitiporã-PR. **Revista de estudos ambientais** (Online) v. 14, n. 2esp, p. 39-48, 2012.

COSTA, S.C.C.; Hartz, S.M. 2009. Evaluation of trace metals (cadmium, chromium, copper and zinc) in tissues of a commercially important fish (*Leporinus obtusidens*) from Guaíba lake, southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52: 241-250.

COSTA-CHAMA, A. et al. **Caracterização ecológica da área destinada a criação de unidade de conservação de proteção integração longo do rio tijuco a confluência com o Rio da Prata**. Instituto Estadual de Florestas. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Flavia/caracterizacao_ecolgica_da_rea_destinada_a_criacao_de_unid.pdf. Acesso em 24 de novembro de 2017.

CURI, N. et al **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 90p. 1993.

DELORENZO, M.E., Evans, B.N., Chung, K.W., Key, P.B., Fulton, M.H. Effects of salinity on oil dispersant toxicity in the eastern mud snail, *Ilyanassa obsoleta* (2017) *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (26), pp. 21476-21483.

DIAS GMF. **Qualidade microbiológica da água da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG**: análise epidemiológica, ambiental e espacial. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2007

DONADIO N.M.M, GALBIATTI J.A ; PAULA R.C. Qualidade da Água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005

FALAVINHA, G.; DEGENHARDT, R. Qualidade microbiológica da água de nascentes e poços da comunidade de Barro Branco, Capinzal – SC. **Unoesc & Ciência**. Joaçaba: v. 5, n. 2, p. 209-216, 2014.

FERNANDES, J.D. et al. Estudo de impactos ambientais em solos: o caso da reciclagem de baterias automotivas usadas, tipo chumbo ácido. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v.7, n.1, p.231-255, 2011.

FISKESJO, G. **The Allium test as a standard in environmental monitoring**. *Hereditas*, v.102, n.1, p.99-112. 1985

FLORENCE, T. M. Trace element especiation by anodic-stripping voltammetry. **Analyst.**, 117(3): 551-553, 1992.

FRANCISCO, A. **Avaliação da toxicidade do cloreto de níquel utilizando Allium cepa como organismo teste**. 2011. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011

FRANCO, B. D. G. M; et al. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo, Ed. Atheneu, 2005.

FRANCO, D. F. S. **Qualidade hídrica da bacia do córrego do cerrado/cadunga no município de Canápolis (MG)**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016. Tipo de acesso: Acesso Aberto. Endereço da licença: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

FREITAS, E. P. et al. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2013, vol.17, n.4, pp.443-449. ISSN 1415-4366. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000400013>.

FREITAS, M. B. et al., Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Caracterização Climática do Estado de Goiás. Por Silvando Carlos da Silva, Neiva Maria Pio de Santana, José Cardoso Pelegrini. Goiânia, 2006.

GOIÁS, Constituição do Estado de Goiás de 1989. Disponível e: <http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/constituicoes/constituicao_1988.htm> Acesso em: 08/01/18

GOIATUBA (GO). Prefeitura. 2017. Disponível em: <http://www.goiatuba.go.gov.br/municipio.html>. Acesso em: mai. 2017

GOIATUBA, Lei complementar 004/05 de 2005. Disponível em:<http://www.goiatuba.go.gov.br/documentos/assessoria_juridica/docs/2.341-2005%20Inst%C3%83%C2%ADtui%20o%20C%C3%83%C2%B3digo%20do%20Meio%20Ambiente%20do%20Mun.pdf> Acesso em: 08/01/18

GOIATUBA, Lei Municipal de nº 2.524/2008. Disponível em:<http://www.goiatuba.go.gov.br/documentos/assessoria_juridica/docs/Plano%20Diretor%20-%20Final%20LEI%202524.2008.pdf> Acesso em: 08/01/18

GONÇALVES Jr., A. C., NACKE, H., SCHWANTES, D., COELHO, G. F. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: HERNANDEZ-SORIANO, M. C. (Ed.). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Ed. Intech Open, 2014

GONÇALVES, A. de A. **Avaliação da qualidade das águas na sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri/SE** / Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos)– Universidade Federal de Sergipe, 2016.

GONÇALVES, M. V. R. **Tutela de interesses difusos e coletivos**. São Paulo: Saraiva, 2012.

GROTTO, H. Z. W. **Rev. Bras. Hematologia e Hemoterapia**. vol.32 supl.2 São Paulo June 2010 Epub May 14, 2010

HALL, D. W. Effects of Nutrient Management on Nitrate Levels in Ground Water Near Ephrata, Pennsylvania. *Ground Water*, v. 30, n. 05, p. 720-730, set./out. 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. PAS - **Pesquisa Anual de Serviços, 2010**. [online] Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=520910&search=goias|goiatuba>

JAY, J.M; Loessner M.J; Golden D.A. Indicators of food microbial quality and safety. In: Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. **Modern food microbiology**. 7th ed. New York: Springer; 2005.

JINREN, N.; PENG, H. Grain-size variation in the Middle Yellow River attributed to soil conservation. *Journal of Soil and Water Conservation*. v. 60, n. 2, p. 99-110, mar./abr. 2005.

KALAY, M.; Canli, M. 2000. Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. *Turkish Journal of Zoology*, 24: 429-436

KORAJKIC, A. et al. Changes in bacterial and eukaryotic communities during sewage decomposition in Mississippi river water. **Water research** 69: 30-39, 2015.

KOTTWITZ, L.B.M.; Guimarães, I. M. Avaliação da qualidade microbiológica da água consumida pela população de Cascavel, PR. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n°113, 2003.

LAIRES MJ, MONTEIRO C. Exercise, magnesium and immune function. **Magnes Res** 2008;21:92-6

LAXMINARAYAN, R. et al. Antibiotic resistance—the need for global solutions. **The Lancet Infectious Diseases Commission**. 13:1057-1098, 2013.

LENZA, P. **Direito constitucional esquematizado**. São Paulo: Saraiva, 2011.

LEÓN, J. A. C. **Calidad de aguas para estudiantes de ciencias ambientales**. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2005.

LIMA, S.C. As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem. **Tese** (Doutorado em Geografia Física), São Paulo, USP, 260p. 1996.

LIMA, W.P; ZAKIA, M.J.B. **Hidrologia de Matas Ciliares**. In: RODRIGUES, R.; LEITÃO FILHO, H.F. Matas Ciliares: conservação e recuperação Edusp, São Paulo, 2000. p.33-44.

LOPES, M. C. **Ações de Educação Ambiental e Monitoramento da Água no Córrego da Olaria, AptaPindorama, SP**. Dissertação de Mestrado, Curso de Agronomia, Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Paulista de São Paulo, UNESP – Jaboticabal-SP, 2011.

MACÊDO, J. A. B. **Água & Águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001

MAGMA, G.A.M. **Análise da exposição por chumbo e cádmio presente em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-BA: Caso do passivo ambiental da COBRAC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MARTI E. et al., **Current Trends in Microbiology**, 22(1), 36-41. 2014

MEIRELLES-PEREIRA, F. et al. Ecological aspects of the antimicrobial resistance in bacteria of Importance to human infections. **Brazilian Journal of Microbiology**. 33:287-293, 2002.

MELO, D.R. **As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio Claro, UNESP, 218p. 1992.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. **Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies**. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Ed.) Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.2. p.421-1279.

MILTON, J. S. Statistical methods in the biological and health sciences. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1992. 526 p.

MORGANO, M. A. et al. Níveis de mercúrio total em peixes de água doce de pisciculturas paulistas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 250-253, 2005.

MUNIZ, D. H. de F. et al. Evaluation of water quality parameters for monitoring natural, urban, and agricultural areas in the Brazilian Cerrado. *Acta Limnol. Bras.* [online]. 2011, vol.23, n.3

NASCIMENTO, E. D. do. **Resistência bacteriana em reservatório do semiárido brasileiro: caracterização, ação para vigilância ambiental, prevenção e educação em saúde**. 2016.Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

NETNATURE. **Origem e caracterização da mata atlântica – estratégias de conservação e leis.** Disponível em < <https://netnature.wordpress.com/2017/05/27/origem-e-caracterizacao-da-mata-atlantica-estrategias-de-conservacao-e-leis/>>. Acesso em 20 de junho de 2017.

NUVOLINI, F.M. **Análise de Risco e Recuperação de áreas degradadas.** Valinhos: 2015.

OECD. Public Spending on Health and Long-Term Care: A New Set of Projections. Paris: **Organization for Economic Co-operation and Development**; 2013. Disponível em: <https://www.oecd.org/eco/growth/Health%20FINAL.pdf> Acesso: Jan/2018.

OLIVEIRA FILHO, A.T. et al. Floristic composition and community structure of central Brazilian gallery forest. **Flora.** v.184, p.103-107, 1990.

OLIVEIRA, P. T. S. **Balço hídrico e erosão do solo em mata nativa do bioma Cerrado.** 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Departamento de Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 2014

OLIVER Arquitetura. Plano Municipal de Saneamento Básico: Diagnóstico Técnico Participativo / por Oliver Arquitetura. - Ribeirão Preto, São Paulo: [s.n.], 2017

PALIVODA , A. P; POVALUK, M. AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES LOCALIZADAS EM ÁREAS RURAIS DO MUNICÍPIO DE ITAIÓPOLIS, SC. **Saúde Meio Ambient.** v. 4, n. 1, p. 17-31, jan./jun. 2015

PEREIRA, P. et al. Vale The relevance of temporal and organ specific factors on metals accumulation and biochemical effects in feral fish (*Liza aurata*) under a moderate contamination scenario. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 73: 805-816, 2010.

PINTO, L.P. Unidade de Conservação. **Revista Diversa**, UFMG, 2008.

PIRATOBA, A. R. A et al., Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água** vol.12 n.3 Taubaté May/June 2017.

PIVOLI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físicoquímico.** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

PRUSS-USTUN, A. et al. Fewtrell, L. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: A retrospective analysis of data from 145 countries **Trop. Med. Int. Health** 2014, 19 (8)

PRZYGODDA, F.; BONA, E.A.M.D.; FALCONI, F.A. Quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* da água in natura dos municípios pertencentes a 10ª regional da saúde. *In: Seminário internacional de ciência, tecnologia e ambiente do Estado do Paraná, Cascavel*, 2009.

QUEIROZ M. M. F, et al. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v.5, n.4, p. 200-210, 2010.

- RAHMAN, A. F. M. A; HIURA, H; SHINO, K. Trends of bulk precipitation and streamwater chemistry in a small mountainous watershed on the shikoku island of Japan. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 175, n. 1-4, p. 257-273, set. 2006
- RAMOS, M. V. V. et al. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 283-293, mar./abr., 2005.
- RAMOS, M.V.V. **Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Lavras: UFLA, 127p. 2000.
- RANK, J.; NIELSEN, M. H. **A modified Allium test as a tool in the screening of the genotoxicity of complex mixtures**. *Hereditas*, New Jersey, v. 118, n. 1, p. 49-53, 1993.
- REIS, P. E. **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG** [manuscrito] : estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2011.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Vegetação Savância: Vereda. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, mar./abr. 2006.
- ROCHA, J. C.; Rosa, A. H.; **Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas**, Ed. UNESP: São Paulo, 2003.
- ROCHA, N. D. et al. Diversity and antibiotic resistance of *Acinetobacter* spp. in water from the source to the tap. **Applied Microbiology and Biotechnology**. 97:329– 340, 2013.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares**. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F.(Ed.). *Matas ciliares, conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001.
- RODRIGUES, V.A. Recuperação de nascentes em microbacias da cuesta de Botucatu. In: RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. (Orgs.). **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu: FEPAF, 2006.
- RODRIGUES, Z. P. et al., Uso do bioensaio com *Allium cepa* L. e análises físico-químicas e microbiológicas para avaliação da qualidade do Rio da Ilha, RS, Brasil. **Acta toxicológica argentina**. vol.24 no.2 Ciudad Autónoma de Buenos Aires set. 2016
- RODRIGUES-MOZAZ, S. et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistance genes in hospital and urban wastewaters and their impact on the receiving river. **Water Research**. 69:234-242, 2015.
- RUSU A, Hancu G, Uivarosi V. Fluoroquinolone pollution of food, water and soil, and bacterial resistance. **Environmental chemistry letters**. 13(1): 21-36, 2015.
- SAMPAIO, J.A.L. et al. **Princípios de direito ambiental na dimensão internacional e comparada**. Belo Horizonte: Del Rey: 2003.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. **Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil**. Environ. Monit. Assess. v.166, p.113–124, 2010.

SANTOS, D. S. dos; SPAROVEK, G. Retenção de sedimentos removidos de área de lavoura pela mata ciliar, em Goiatuba (GO). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, n.5, Viçosa Sept./Oct. 2011.

SANTOS, R. S; MOHR, T. SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista contexto & saúde Ijuí**. Editora Unijuí v. 13 n. 24/25, p. 46-53, 2013.

SANTOS, R. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em água subterrâneas. *Revista Contexto & Saúde*, p. 46–53, 2014.

SCHONS, A., et al. **Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade**. *Bragantia*, 68, 165-177. 2009.

SCORSAFAVA, Maria Anita et al. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** (Impr.) [online]. v.69, n.2, p. 229-232, 2010.

SECIMA, Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, cidades e assuntos metropolitanos. **O que são UCs**. 2015. Disponível em <http://www.secima.go.gov.br/post/ver/196927/o-que-sao-ucs>. Acesso em 20 de junho de 2017.

SILVA, J. B; Pasqualetto, A. O Caminho dos parques urbanos brasileiros: Da origem ao século XXI **Revista Estudos**. Goiânia. v.40 n.3. jun/ago, 2013.

SILVA, M. P. et al., levantamento fitossociológico em ambiente de vereda na APA ribeirões do Gama e Cabeça de Veado, Brasília-DF. **Revista Eletrônica Georaguaia**. Barra do Garças-MT. V 6, n.1, p.84 a 98. Janeiro/julho. 2016

SILVA, P. E. **A influência da mata ciliar na qualidade da água em dois rios na área rural de Foz do Iguaçu – PR** [monografia]. Foz do Iguaçu: Faculdade Dinâmica de Cataratas, União Dinâmica de Faculdade Cataratas; 2009.

SILVA, R. B. M. et al., relação solo/vegetação em ambiente de cerrado sobre influência do grupo Urucuaia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 363-373, abr.-jun., 2015.

SILVA, S de A. et al. Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. In press. . Epub Aug 03, 2017.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2007.

SOBRAL, M. C. et al. Classificação de Corpos d' água segundo a diretiva-quadro da água da União Européia – 2000/60/CE. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 11 p. 30-39, 2008.

SOUSA, Tommy F. C. W. L. de et al. **Manejo de recursos hídricos por agricultores agroecológicos na Zona da Mata-MG**. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE– 12 a 16/12/2011.

SOUZA, L. L. et al. A. **Avaliação in vivo e in vitro do potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico da água e sedimento do rio Corumbataí (São Paulo – Brasil)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, 2014

SPITZNER, Reinaldo. Sobre a Dosagem Fotométrica do Cobre em Águas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Jubilee Volume (1946-2001): p.57 - 64, 2001.

TADDAY, Neto, G.R., Elias, J. S., Machado, M., Cardoso, S., Guaragna, T.B.. Qualidade microbiológica da água de poços e rede pública de Porto Alegre. UFRGS. Disponível em: http://cac-php.unioeste.br/eventos/ctsa/tr_completo/091.pdf Acesso em: 14/11/2018.

TITILAWO Y, Sibanda T, Obi L, Okoh A. Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of faecal contamination of water. **Environmental Science and Pollution Research** 22(14): 10969-10980, 2015.

TOOMBS-RUANE, L. J. et al. Multidrug resistant Enterobacteriaceae in New Zealand: a current perspective. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 65, p. 62–70, 2017

TORRES, I. A. et al. Avaliação físico-química de amostras de água, sedimento e mata ciliar de uma piscicultura localizada em área agroindustrial à margem do Ribeirão da Mata (MG). **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. 2017, vol.22, n.4, pp.773-780. Epub Mar 30, 2017.

TOUCH, M. et al. The Genomic Diversification of the Whole Acinetobacter Genus: Origins, Mechanisms, and Consequences. **Genome Biology and Evolution**. 6(10):2866–2882. 2014.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 5ªed. São Paulo: Atheneu, 2008.

TUNDISI, J.G. & TUNDISI, T.M. Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. **Biota Neotrop.** v.10, n.4, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?article+bn01110042010>.

UNITED STATES. **Environmental Protection Agency - USEPA**. Secondary maximum contaminant levels: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4537.pdf>. Acesso em: 20 Dez. 2017

VAINER, A. G. et al. **Conflitos ambientais em evidência na criação e manejo de um parque nacional: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba**. In Anais do XIX Encontro Nacional do CONPEDI. Fortaleza. Recuperado em 2 de agosto de 2011, em <http://www.conpedi.org.br/arquivos/anais/fortaleza.pdf>.

VAZ, A. A. et al. The fish assemblage in a tropical stream and the food resources exploited under the influence of riparian forest with presence of *Eucalyptus grandis*. *ActaFish*, v. 6, n. 1, 2018.

VAZ-MOREIRA I, Nunes OC, Manaia CM. Bacterial diversity and antibiotic resistance in water habitats: searching the links with the human microbiome. *FEMS microbiology reviews* 38(4): 761-778, 2014.

VEIGA, A. M. et al. Caracterização hidromorfológica da bacia do rio Meia Ponte. Goiânia – GO. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 14, n. 46, p. 126- 138, Jun/2013.

VIG, K. et al. Bioavailability and toxicity of cadmium to microorganisms and their activities in soil: a review. **Advances in Environmental Research**, v.8, p.121-135, 2003.

VITTECOQ, M. et al. Antimicrobial resistance in wildlife. **Journal of Applied Ecology**. 53:519-529, 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VRIES, W. et al. Critical soil concentrations of cadmium, lead and mercury in view of health effect on humans and animals. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 191, p. 91-30, 2007

WEINBERG, A. **Uso de índices de qualidade de água para a caracterização da bacia hidrográfica do Rio Guandu**. 2013. 166 f. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

WILDING, L.P.;REHAGE, J.Á. Pedogenesis of soils aquic moisture regimes. *In* Wetland soils: characterization classification and utilization. **International Rice Research Institute**, p. 139-157. 1985.

XIN, F. et al. Exploring the diversity of Acinetobacter populations in river water with genus-specific primers and probes. **The Journal of General and Applied Microbiology**. 60:51–58, 2014.

ZARSE, K. et al., Low-dose lithium uptake promotes longevity in humans and metazoans. **European Journal of Nutrition**.v. 50, n.5, p. 387–9, 2011.

ZUIN, V. G. et al. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.

ARTIGO

IDENTIFICAÇÃO DE *CHROMOBACTERIUM VIOLACEUM* EM ÁGUA IN NATURA

Kikuda, R.¹; Gama, A.R.²; Gomes, R. P.²; Carneiro, L.C.²; Vieira, J. D.G.²; Pires, D. J.¹

1 – Universidade Estadual de Goiás. Morrinhos – GO, Brasil.

2 – Universidade Federal de Goiás – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública/UFG. Goiânia – GO, Brasil.

Renata Kikuda. Email: rntkikuda@gmail.com

RESUMO *Chromobacterium violaceum* é um micro-organismo comum de solo, água, vegetação tropical e áreas subtropicais do mundo, podendo provocar infecções após a contaminação de pele danificada e exposta ao solo ou à água ambiental. Apesar de possuir características ambientais, quando infecta organismos humanos, possui alta taxa de mortalidade. Este trabalho objetivou identificar bactérias potencialmente patogênicas na água do Lago dos Buritis, no município de Goiatuba – GO. Amostras de água foram coletadas em julho de 2017 e a identificação bioquímica foi realizada utilizando os protocolos de identificação da ANVISA. Após as análises, foi identificada uma espécie de interesse biotecnológico e ambiental, a *Chromobacterium violaceum*. Os dados obtidos apontam para a necessidade de uma vigilância da qualidade da água utilizada na região estudada e o desenvolvimento de ações em educação ambiental e saúde pública.

Palavras-chaves: Meio ambiente, contaminação, micro-organismos.

INTRODUÇÃO

A qualidade de vida de uma população está diretamente relacionada à disponibilidade e à pureza de sua água. Este recurso natural é tão precioso, pois é insubstituível para o desenvolvimento de todas as formas de vida no planeta e constitui precioso insumo para atividades econômicas e para a saúde da sociedade humana (LINS, *et al* 2010). Nesta perspectiva, a degradação e a consequente escassez dos recursos hídricos deixaram de ser somente preocupação dos ambientalistas, tornando-se problema de saúde pública (MORAES E JORDÃO, 2002). Libânio *et al.*, (2005), também apontam relação entre a qualidade da água

e inúmeras enfermidades que acometem as populações, já que esta dissolve diversos tipos de substâncias.

Segundo a Agência Nacional das Águas, as áreas urbanas agravam o problema de baixa qualidade da água de várias maneiras:

“a alta concentração de superfícies impermeáveis aumenta os volumes de água de escoamento de ruas, provocando o transporte de poluentes como óleos, metais pesados, borracha e outros resíduos automobilísticos para rios e cursos de água. A redução do volume de água que infiltra no terreno também pode afetar a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas (ANA, 2013)”.

Nessa acepção e sabendo que a qualidade da água depende das substâncias que nela estão dissolvidas, incluindo os micro-organismos, a presença microbiana é um dos vários fatores que alteram a qualidade da água, portanto, o monitoramento de micro-organismos é indispensável na busca de alternativas para questões ambientais relacionadas ao sistema hídrico (DO NASCIMENTO E ARAÚJO, 2014).

Segundo a OMS (2008), os maiores riscos de contaminação microbiana vêm do consumo de água contaminada com agentes patogênicos introduzidos pela contaminação fecal humana ou animal, esses micro-organismos podem provocar gravíssimos problemas de saúde, provocando, inclusive, infecções intestinais, encefalite amebiana, meningite amebiana, podendo levar a óbito.

Neste sentido, a identificação de bactérias na água, é essencial para a manutenção da qualidade hídrica, pois podem se tornar veículos de disseminação de doenças para a população local (CIRILO, 2008). Estudos recentes da água de reservatórios ressaltam a importância das análises microbiológicas por contribuírem na explicação do surgimento de novos casos de doenças associadas aos ambientes aquáticos e possibilitarem a identificação de agentes contaminantes. Neste cenário podemos evidenciar a *Chromobacterium violaceum* (NASCIMENTO, et al, 2016).

C. violaceum é comum de solo e água, cresce em vegetação tropical e em áreas subtropicais do mundo, pode provocar infecções após a contaminação de pele danificada exposta ao solo ou à água ambiental com a presença desse micro-organismo (HERRERA et al, 2005). Este micro-organismo pode ter se tornado emergente devido a mudanças climáticas

globais (BICHITRANANDA, 2014). A literatura relata a *C. violaceum*, como responsável pela produção de uma diversidade de metabólitos secundários com potencial biotecnológico (WILHELM et al., 2017). Diversos estudos indicam a violaceína, pigmento principal produzido por *C. violaceum*, como portadora de atividades biológicas como antibacteriano antitumoral e antiparasitário (PITLOVANCIV et al., 2006).

As infecções humanas ocasionadas por este patógeno, ocorrem particularmente na estação do verão, fato atribuído à sensibilidade térmica. É considerada uma bactéria de baixa virulência que causa lesões localizadas e progride para sepse fatal em indivíduos imunocomprometidos ou em situações de terapia antimicrobiana inapropriada (BICHITRANANDA, 2014). Os dados de susceptibilidade antimicrobiana em *C. violaceum* são muito limitados devido à raridade de seu isolamento (PITLOVANCIV et al., 2006).

Para Wilhelm et al., (2017), a integração da ecologia microbiana deve ser avaliada em escalas regionais, apesar da ocorrência das tendências gerais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é a divulgação da identificação de *C. violaceum* em amostras da água do Lago dos Buritis de Goiatuba – GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O Lago dos Buritis localiza-se no setor Gobato, Goiatuba – GO (18°01'41.54"S e 49°22'17.95"O) e serve de lazer para a população local. Possui uma área cercada, composta pela mata ciliar que protege a nascente e uma área aberta, formada pelo lago. Ambos são circundados por uma pista de caminhada bastante utilizada por populares. A referida nascente deságua no córrego “Chico À Toa”, vertente Goiana do rio Paranaíba.

A coleta das amostras foi realizada no mês de Julho de 2017, no inverno. Foram utilizados frascos esterilizados, devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica a temperatura de aproximadamente 4°C, para o transporte até o Laboratório da Universidade Federal de Goiás, não ultrapassando o limite de 24h para realização das análises.

Análises microbiológicas foram realizadas em seis amostras de diferentes pontos de coleta oriundos do poço artesiano, nascente, córrego e lago. Após a coleta, processou-se as amostras, primeiramente com a identificação fenotípica de acordo protocolos de identificação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2013), inoculando em meios de cultura

específicos e realizando provas bioquímicas para identificação dos gêneros e espécies de bactérias. Realizou-se as provas bioquímicas de citrato de Simmons (SIMMONS, 1926), catalase (CHESTER & MOSKOWITZ, 1987), glicose (HUGH & LEIFSON, 1953), lactose (MACFANDDIN, 1980), testes de lisina descarboxilase (BROOKER et al., 1973) e da fenilalanina desaminase, urease (QUADRI et al., 1984), vermelho-de-metila (VANDERZANT & SPLITTSOESSER, 1992). Também foram inoculadas amostras em meios de cultivo: ágar sangue à 5% (sangue de equino) desfibrinado com EDTA, MacConkey, Mannitol e R2.

O teste de susceptibilidade antimicrobiana foi realizado de acordo com os critérios de *Clinical & Laboratory Standards Institute* (2017). Discos de antibióticos em ágar foram utilizados com a assistência de pinça esterilizada. Depois de colocar os discos, as placas foram invertidas e incubadas durante 24 horas a 36°C, posteriormente, foram analisadas através de halos de inibição, onde verificou o diâmetro dos halos, determinando se a bactéria era sensível, resistente ou intermediária para os antibióticos testados.

Para o teste de resistência a metais seguiu a metodologia proposta por Filali et al (2000) para concentração mínima inibitória. A bactéria isolada foi semeada em Trypticase de Soja Caldo (TSA, Bio-born) e incubada a 37°C durante 24h. Após o crescimento desta, verificado pela turvação do meio e a coloração violeta no caldo, as suspensões celulares foram adicionada 100µl em placas de elisa contendo novamente meio TSA e o respectivo elemento metálico em diferentes concentrações. As seguintes concentrações, em mM de metal, foram testados:

HgCl₂: 12000; 6000; 3000; 1500; 750; 375; 187,5; 93,75; 46,87; 23,44; 11,72; 5,86.

CdCl₂: 16000; 8000; 4000; 2000; 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81.

AgNO₃: 1200; 6000; 3000; 1500; 750; 375; 187,5; 93,75; 46,87; 23,44; 11,72; 5,86.

BaCl₂: 1280; 640; 320; 160; 80; 40; 20; 10; 5; 2,50; 1,25; 0,62.

CoSO₄: 6400; 3200; 1600; 800; 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,12.

FeSO₄: 8000; 4000; 2000; 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81; 3,91.

Zn: 8000; 4000; 2000; 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81; 3,91.

CuCl₂: 16000; 8000; 4000; 2000; 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81.

NiCl₂: 16000; 8000; 4000; 2000; 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora *C. violaceum* seja considerada um micro-organismo ambiental, pode ser fatal quando infecta humanos (CHATTOPADHYAY, 2002). Menos de duzentos casos foram relatados em todo o mundo (KARTHIKA PRIYA et al., 2017), porém, está sendo considerado como um patógeno emergente (BOTTIEAU, 2015).

A *C. violaceum* foi identificada em duas amostras, uma coletada em julho de 2017 e outra de março de 2018, do Lago dos Buritis. Os resultados do antibiograma estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados de sensibilidade aos discos de antibióticos utilizados para o teste de suscetibilidade das *C. Violaceum* isoladas no Lago dos Buritis, em Goiatuba – GO.

Antimicrobianos	Resultado da Sensibilidade
Amicacina (30 µg / disco)	Sensível
Amoxicilina (10 µg / disco)	Resistente
Amoxicilina / Ácido Clavulânico (30 µg / disco)	Resistente
Ampicilina (10 µg / disco)	Resistente
Azetreonam (30 µg / disco)	Sensível
Cefotaxima (30 µg / disco)	Resistente
Cefoxitina (30 µg / disco)	Resistente
Ceftazidima (30 µg / disco)	Resistente
Ciprofloxacina (5 µg / disco)	Sensível
Clindamicina (2 µg / disco)	Resistente
Clorafenicol (30 µg / disco)	Intermediário
Eritromicina (15 µg / disco)	Sensível
Gentamicina (10 µg / disco)	Sensível
Linezolida (30 µg / disco)	Resistente
Penicilina (10 µg / disco)	Resistente
Rifampicina (5µg / disco)	Sensível
Sulfazotrim (25 µg / disco)	Sensível
Tetraciclina (30 µg / disco)	Sensível

Fonte: Próprio autor, 2018.

No Brasil, foram relatados diversos casos de infecção por *C. violaceum* em humanos. O primeiro caso foi relatado no Rio Grande do Sul, um paciente jovem com abscessos múltiplos de pele que tinha entrado em contato com a água do rio e foi o primeiro caso observado no país (PETRILLO, 1984). Em 1998, um homem de 30 anos foi admitido no Hospital das Clínicas em Ribeirão Preto - SP, o paciente estava em contato diário com o ambiente rural, mas não apresentou lesões cutâneas quando chegou ao hospital, seus sintomas

iniciais foram febre e dor abdominal e rapidamente progrediu até a morte, após, em cultura de sangue coletado desse paciente, foi isolado *C. violaceum* (MARTINEZ, 2000). Em maio de 2004, Três casos de Síndrome de sepsis em crianças da mesma família, foram reportados à Secretaria Estadual de Saúde da Bahia no Nordeste do Brasil. Os três pacientes, dos quais dois vieram a óbito, tiveram contato com solo e água estagnada em um lago de uma área rural no município de Ilhéus, durante um dia de atividade recreativa. Amostras de água e solo foram coletadas do lago onde os meninos haviam nadado, todas as seis culturas de solo e quatro de seis culturas de água cresceram *C. violaceum*. (SIQUEIRA, 2005; DIAS, 2005). Em 2014 mais um caso de infecção por *C. violaceum* foi relatado: uma criança de oito anos, residente na cidade de Natal, no nordeste do Brasil, apresentou histórico de febre, dor de garganta e dor abdominal, durante cinco dias antes da admissão e morreu quatro horas após a hospitalização. *C. violaceum* foi isolado de raspagens de orofaringe (FERNANDES et al., 2014).

O tratamento de infecções por *C. violaceum* pode ser desafiador devido à sua resistência contra diferentes antibióticos. Sabe-se que é resistente às penicilinas e cefalosporinas (FANTINATTI-GARBOGGINI, 2004; MOORE, 2001). Recentemente, KOTHARI et al., 2017 declara que a infecção por *C. violaceum* pode ser difícil de tratar, pois a taxa de mortalidade pode ser considerada alta e o tratamento bem sucedido geralmente envolve o uso de múltiplos antibióticos.

Essa bactéria é indicada como modelo para estudar a resposta ao estresse bacteriano, biorremediação, biossensores, como também pode otimizar a gestão das infecções em seres humanos e animais (KOTHARI, 2017).

CONCLUSÃO

A cepa isolada do Lago dos Buritis, foi identificada como *C. violaceum* e é a primeira descrição do isolamento de *C. violaceum* presente na água em Goiás. Segundo Nascimento e Araújo (2013), no Brasil há publicações de *C. violaceum* encontrada na água da região norte, sul, sudeste e nordeste. Portanto, o resultado desta pesquisa, indica a disseminação deste micro-organismo em ambiente inusitado e portanto, recomenda-se o monitoramento de indicadores microbiológicos para que sejam adotadas medidas corretas de preservação dos recursos hídricos da região, bem como orientação adequada dos profissionais da saúde quanto a possível infecção por *C. violaceum*. Considerando que a água desta nascente é utilizada para

descendência de animais, irrigação de hortaliças e atividades de lazer para a população, pode se tornar um risco para a saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTTIEAU E, et al., Fatal *Chromobacterium violaceum* bacteraemia in rural Bandundu, Democratic Republic of the Congo. *New Microbe New Infect* 2015; 3: 21-23.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 6: Detecção e identificação de bactérias de importância médica /Agência Nacional de Vigilância Sanitária.– Brasília: Anvisa, 2013

CABRAL, J. P. S. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 7, n. 10, p. 3657–703, 2010. <http://dx.doi.org.10.3390/ijerph7103657>

CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, E. Q. Qualidade do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*. v. 1, n. 2, p. 19-32, 2011.

CHATTOPADHYAY, A. et al., *Chromobacterium violaceum* infection: a rare but frequently fatal disease *J Pediatr Surg*, 37 (1) (2002), pp. 108-110

CHESTER, B. e MOSKOWITZ L. B. Rapid catalase supplemental test for identification of members of the family enterobacteriaceae *J. Clin. Microbiol.* 25: 439 – 441, 1987.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200005>

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Água: relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 2005. Disponível: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/> Acesso em: Dezembro 2017.

DIAS, J. P. et al. *Cromobacteriose em Ilhéus, Bahia: investigação epidemiológica clínica e laboratorial*. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, Dez 2005, vol.38, no.6, p.503-506. ISSN 0037-8682

DO NASCIMENTO, E. D.; ARAUJO, M. F. F. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquatic environments in Brazil : a systematic review. *Revista Ambiente e Água*, v. 9, n. 2, p. 239–249, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

DO NASCIMENTO, E. D.; ARAUJO, M. F. F. **Contaminação da água de reservatórios do semiárido potiguar por bactérias de importância médica**. *Rev. Ambient. Água* [online]. 2016, vol.11, n.2, pp.414-427. ISSN 1980-993X.

FANTINATTI-GARBOGGINI F, et al., Drug resistance in *Chromobacterium violaceum*. *Genet Mol Res* 2004; 3(1): 134-147. [55]

FERNANDES, Maria José de Britto Costa et al. ***Chromobacterium violaceum*: um caso fatal no nordeste do Brasil**. *J. Bras. Patol. Med. Lab.* [online]. 2014, vol.50, n.4, pp.278-279. ISSN 1678-4774

FILALI BK, Taoufik J, Zeroual Y, Dzairi FAZ, Talbi M, Blaghen M. Waste water bacterial isolates resistant to heavy metals and antibiotics. *Current Microbiology*, 1999; 41: 151-156

HERRERA, Marco Luis et al. ***Chromobacterium violaceum* Sensibilidade Antimicrobiana.** *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños / 40 (1) 2005*

HUGH, R. LEIFSON, E. The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various gram-negative bacterial. *J. Bacteriol.* 66, p. 24 – 26, 1953.

KOTHARI, Vijay. et al. Recent research advances on *Chromobacterium violaceum*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 2017: 1–9

LIBÂNIO, P. A. C. et al. *Eng. sanitária ambiental.* Vol.10 - Nº 3 - jul/set 2005, 219-228

LINS, J. A. P. N. et al. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba*, v. 8, n. 4, p. 469-484, out./dez. 2010

MARTINEZ, R.; VELLUDO, M.A.S.L.; SANTOS, V.R. dos & DINAMARCO, P.V. - *Chromobacterium violaceum* infection in Brazil. A case report. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo*, 42(2): 111-113, 2000.

MOORE CC, et al., Successful treatment of an infant with *Chromobacterium violaceum* sepsis. *Clin Infect Dis* 2001; 32(6): e107-e110.

MORAES DS de L & Jordão BQ. Degradação ambiental e saúde humana . *Rev Saúde Pública* 2002;36(3):370-4 373

NASCIMENTO, Viviane Félix S. ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio. Ocorrência de Bactérias Patogênicas oportunistas em um Reservatório do Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS*, Canoas, v.7, n.1, p. 91 a 94, 2013, ISSN 1981- 8858

NORDIC COUNCIL MINISTERS - NCM. Lead Review. [S.l.]: NCM, 2003. Disponível em: http://www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/nmr_lead.pdf. Acesso em: 13 Jan. 2018.

PETRILLO VF, et al., Recurrent infection with *Chromobacterium violaceum*: first case report from South America. *The Journal of Infectious Disease* 9:167-169, 1984.

PITLOVANCIV, A. K. et al. *Revista Biotemas*, Biotemas, 19 (1): 13-18, março de 2006.

PONTE R, JENKINS SG. Fatal *Chromobacterium violaceum* infections associated with exposure to stagnant water. *Pediatr Infect Dis J* 1992;11: 583e6.

REBOUÇAS, A. C. “Água Doce no Mundo e no Brasil”, In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G., (Org.), *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*, São Paulo – SP, Editora Escrituras. 1999

SIMMONS J. S. A culture medium for differentiating organisms of typhoid colon aerogenes groups and for isolation of certain fungi. *J. infect. Dis.* V. 39, p. 209 – 214, 1926.

SIQUEIRA, I. C. *et al.* *Chromobacterium violaceum* in siblings, Brazil. *Emerg Infect Dis*, v. 11, n. 9, p. 1443-5, 2005.

VANDERZANT, C. SPLITTSTOESSER D. F. Compendium for the microbiological examination of foods. 3^a ed. Washington: American Public Health Association, 1219 p, 1992.

WILHELM, Roland c. *et al.* Biogeography and organic matter removal shape long-term effects of timber harvesting on forest soil microbial communities. *The ISME Journal* (2017), 1–17 International Society for Microbial Ecology All rights reserved 1751-7362/17