



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**ASPECTOS QUÍMICO-BIOLÓGICOS DA ÁGUA DA LAGOA ALEXANDRINO
CÂNDIDO GOMES, PORANGATU- GO NO PERÍODO
DE FEVEREIRO 2014 A AGOSTO DE 2016**

SUELI MARIA MORAES PACHECO

GOIÂNIA-GO

2016



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**ASPECTOS QUÍMICO-BIOLÓGICOS DA ÁGUA DA LAGOA ALEXANDRINO
CÂNDIDO GOMES, PORANGATU- GO NO PERÍODO
DE FEVEREIRO 2014 A AGOSTO DE 2016**

Dissertação apresentada para o Programa de Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Godoy Pires
Co-orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

GOIÂNIA-GO

2016

P116a Pacheco, Sueli Maria Moraes
Aspectos químico-biológicos da água da Lagoa Alexandrino
Cândido Gomes, Porangatu-GO no período de fevereiro
2014 a agosto de 2016[manuscrito]: Sueli Maria Moraes
Pacheco.-- 2016.
50 f.; il. 30 cm

Texto em português com resumo em inglês
Dissertação (mestrado) -- Pontifícia Universidade
Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Strcto
Sensu em Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2016

Inclui referências f. 34-49

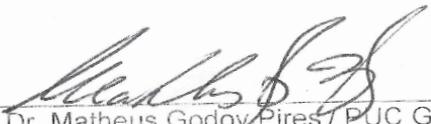
1. Água - Qualidade - Porangatu (GO). 2. Água - Poluição.
3. Metais - Toxicologia. I.Pires, Matheus Godoy. II.Pontifícia
Universidade Católica de Goiás. III. Título.

CDU:628.19(043)



DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 18 DE AGOSTO DE 2016 E CONSIDERADA
aprovada PELA BANCA EXAMINADORA:

1)


Prof. Dr. Matheus Godoy Pires / PUC Goiás (Presidente)

2)


Prof. Dr. Eduardo Batista Borges / UEG (Membro Externo)

3)


Profa. Dra. Sandra Regina Longhin / PUC Goiás (Membro)

4)

Prof. Dra. Maira Barberi / PUC Goiás (Suplente)

Dedicatória

A Deus pela imensa força concedida, nesta longa jornada.
Aos meus amados netos José Lorenzo, João Marcelo e Giovana, meus grandes amores.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor meu Deus, pela superação das dificuldades encontradas diariamente ao longo do processo da pesquisa realizada.

Ao meu inesquecível esposo (*in memoriam*) que mesmo não estando presente senti forças inexplicáveis vinda de pensamentos que ora fortalecia meus desejos de vencer.

Aos meus filhos, que ora algumas deixaram de incentivar quanto aos meus anseios, na construção dos meus conhecimentos.

Aos meus amigos(as) pelo incentivo direto e indiretamente pela caminhada do conhecimento nesta nova etapa de minha vida.

Aos voluntários que discretamente contribuíram nas informações referente a realização desta pesquisa.

Em especial aos professores, orientadores, Dr. Matheus Godoy Pires e Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin pela paciência que sempre demonstraram ao me receber em suas orientações, no decorrer da execução da pesquisa, sendo via telefone, e-mail e encontros frequentes; nos momentos de dúvidas com suas clarezas, nos apontamentos necessários, na compreensão da construção da pesquisa e acima de tudo por acreditar, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

PACHECO, S. M. M. **Aspectos químico-biológicos da água da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, Porangatu-GO no período de fevereiro 2014 a agosto de 2016.** 2016. 40pp. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2016.

A qualidade da água superficial em coleções urbanas sofre cronicamente com a influência do ambiente em seus arredores, acumulando resíduos sólidos, poluentes industriais, comerciais e domésticos. Este estudo tem como objetivo produzir um diagnóstico da qualidade da água da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes a partir da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos da água superficial, situada no município de Porangatu/GO, abrangendo 2400 m² de orla, com uma superfície líquida média de 2 km² na mancha urbana e constituída aproximadamente de 6 km² em área de contribuição. Foram coletadas amostras por um período de dois anos entre os meses de março 2015 a abril de 2016 em seis pontos selecionados, sendo duas coletas para cada ponto. As amostras foram analisadas para a determinação dos parâmetros do pH, temperatura, concentração de íons (arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio) e coliformes termo tolerantes. Os íons arsênio e mercúrio não foram detectados durante o estudo, o pH e temperatura mantiveram uma média de 7,3 e 29,8 °C respectivamente. Algumas amostras coletadas apresentaram valores significativos de metais tóxicos e coliformes termotolerantes. O cádmio em um dos pontos avaliados ficou acima do recomendado pela legislação vigente no período de estiagem em 2015. O chumbo, no período de estiagem apresentou valor acima do recomendado para um dos pontos, bem como o cromo. O ensaio de coliformes termotolerantes demonstrou a boa qualidade da água na maior parte do período sondado, apesar de ficar acima do permitido em um ponto no período chuvoso em 2015. Fica evidenciado o papel do poder público e privado a necessidade de se criar estratégias e rever as já existentes, buscando melhorar o local, promovendo o monitoramento constante as áreas mais vulneráveis a poluição detectada no ambiente e na revitalização da vegetação marginal e sanitária, dando segurança aos usuários que a frequentam, como área de lazer e balneário este marco paisagístico da cidade e aos seus moradores a confiança do bem estar em relação à saúde.

Palavras-chave: Qualidade da água. Metais tóxicos. Águas urbanas.

ABSTRACT

PACHECO, S. M. **Chemical-biological aspects of pond water Alexandrian Cândido Gomes, Porangatu-GO from february 2014 to august 2016.** 2016. 40pp. Thesis (MA) - Graduate Program in Environmental and Health Sciences, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2016.

The quality of surface water in urban collections suffer chronically with the influence of the environment in their surroundings, accumulating solid waste, industrial, commercial and domestic pollutants. This study aims to produce a diagnosis of the quality of the pond water Alexandrian Cândido Gomes from the analysis of physical-chemical parameters and biological surface water, located in the city of Porangatu / GO, covering 2400 m² of waterfront with a liquid surface average of 2 square kilometers in the urban area and consists of approximately 6 square kilometers in area of contribution. Samples were collected for a period of two years between the months of March 2015 to April 2016 in six selected points, two collections for each point. Samples were analyzed for determination of the parameters pH, temperature, concentration of ions (arsenic, cadmium, lead, chromium, mercury), and the term tolerant coliforms. The mercury and arsenic ions were not detected during the study, pH and temperature maintained an average of 7.3 and 29.8 ° C respectively. Some samples presented significant amounts of toxic metals and fecal coliforms. Cadmium in one of the sites was higher than recommended by current legislation in the dry season in 2015. The lead, in the dry season showed a value above the recommended for one of the points, as well as chromium. The test fecal coliforms showed good water quality in most of the plumbed period, despite being above the permitted at one point in the rainy season in 2015. It highlighted the role of government and private the need to strategize and review existing, seeking to improve the site, promoting the constant monitoring the areas most vulnerable to pollution detected in the environment and revitalizing the waterfront and health vegetation, giving security to users who attend, as a recreational area and resort this scenic city landmark and its residents the confidence of well-being in relation to health.

Keywords: Water quality. Toxic metals. Urban water.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA - Agência Nacional das Águas
APHA - American Public Health Assosiation
As - Arsênio
BVB - Bile Verde Brilhante
Cd - Cádmio
CETESB - Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico de São Paulo
CL - Caldo Lactose
CLD - Caldo Lauryl Duplo
CLS - Caldo Lauryl Simples
CLT - Caldo Lauryl Tryptose
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr - Cromo
EC - Escherichia Coli
EC-MUG - Escherichia Coli - Metil Umbeliferil Galactopiranosídeo
EPA - Environmental Protection Agency
FLAA - Espectrometro de Absorção Atômica Por Chama
H₂O₂ - Peróxido de Hidrógenio
HCl - Ácido clorídrico
Hg - Mercúrio
HNO₃ - Ácido nítrico
IBGE - Instituto Brasileido de Geografia e Estatística
ICP-OES - Espectrometria de Emissão Optica Induzida por Plasma de Argônio
NBR - Norma Brasileira
NMP - Número Mais Provável
PA - Pureza Analítica
Pb -Chumbo
pH - Potencial Hidrogeniônico
UFC - Unidades Formadoras de Colônias
USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Localização do Município de Porangatu no Estado de Goiás	7
FIGURA 2	Município de Porangatu e municípios limítrofes, com destaque para a área de contribuição da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes	8
FIGURA 3	Relevo na zona urbana do Município de Porangatu	9
FIGURA 4	Área de contribuição e delimitação da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes na zona urbana de Porangatu	10
FIGURA 5	Vista panorâmica da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, em Porangatu	11
FIGURA 6	Pontos de coleta de amostras de água na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes	16
FIGURA 7	Acondicionamento e conservação das amostras de água	17
FIGURA 8	Lagoa Iate Clube (ponto1). (A) passeio calçado	20
FIGURA 9	Sangradouro (ponto2). (A) passeio calçado	21
FIGURA 10	Comercial Norte (ponto 3). (A) gramíneas (B) passeio pavimentado	22
FIGURA 11	Residencial Norte (ponto 4)	23
FIGURA 12	Residencial Sul (ponto 5)	24
FIGURA 13	Comercial sul (Ponto 6).....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Coordenadas geográficas dos pontos de coleta	15
TABELA 2	Diretriz para selecionar as três diluições mais adequadas	18
TABELA 3	Limites máximos permitidos pelo Decreto 1745/79 do Estado de Goiás e Resolução Conamam 357/05	25
TABELA 4	Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, março de 2015 (estiagem)	26
TABELA 5	Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, setembro de 2015 (chuvoso)	26
TABELA 6	Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, dezembro de 2015 (chuvoso)	27
TABELA 7	Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, abril de 2016 (estiagem)	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. A atividade humana e sua influência na paisagem natural e na água.....	3
2.2. Conceitos e parâmetros de qualidade das águas superficiais	6
2.3. Lagoa Alexandrino Cândido Gomes	7
2.4. A Lagoa Alexandrino Cândido Gomes	10
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. Objetivo geral	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Caracterização da ocupação urbana, do remanescente de vegetação às margens da lagoa e seu uso.....	14
4.2. Seleção de pontos de amostragem de água superficial.....	14
4.3. Coleta e acondicionamento de amostras de água superficial	16
4.4. Temperatura e pH.....	17
4.5. Quantificação de coliformes termotolerantes	18
4.6. Quantificação de Cádmio, Chumbo e Cromo.....	19
4.7. Quantificação de Mercúrio	19
5. RESULTADOS	20
5.1. Caracterização espacial dos pontos de coleta e influências às margens da lagoa	20
5.2. Resultados das análises da água da lagoa.....	25
6. DISCUSSÃO.....	28
7. CONCLUSÕES.....	32
8. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Em meio aos recursos naturais, a água se apresenta como bem natural fundamental para qualquer ser vivo, seja no que diz respeito à sua qualidade, seja quanto a sua quantidade. Sua utilização e as consequências da transformação do mundo natural pela humanidade comprometem estes fatores bem como influenciam seu ciclo natural, modificando globalmente o clima e a sazonalidade. Nas zonas urbanas o problema é acentuado pelo adensamento populacional, pela insuficiência ou inexistência de infraestrutura que suporte recondicionar a água antes de devolvê-la ao ambiente e falta de resíduos e efluentes pelos agentes públicos e população de uma forma em geral.

A consequência fundamental da evolução deste problema é o fato de, cada vez menos, haver água de qualidade disponível para os ecossistemas naturais e também em condições de potabilidade para a própria humanidade, tornando-se a água, ironicamente, fator limitante no desenvolvimento humano ou, nos piores cenários de sua degradação, um meio muito eficiente para a disseminação de poluentes e doenças que contribuem cumulativamente para a deterioração deste desenvolvimento. Para a manutenção sustentável dos mananciais, é importante que haja um monitoramento constante e destinação adequada de resíduos, notavelmente de efluentes líquidos que, sem tratamento, impacta severamente a qualidade de vida da população.

Dessa maneira, o acelerado desenvolvimento urbano local da cidade de Porangatu (GO) e as potenciais ameaças que este desenvolvimento, sem planejamento, pode causar à qualidade de vida de sua população, que este trabalho propôs-se a sondar a qualidade da água de um de seus mais exuberantes atrativos a Lagoa Alexandrino Candido Gomes e analisar as influências deste desenvolvimento neste exemplo de coleção de água urbana para compreender não só os potenciais fatores que a afetam, mas também a dinâmica de suas inter-relações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No meio natural, não há água que possa ser considerada quimicamente pura, pois sendo um solvente, com amplo espectro, absorver gases e outras substâncias presentes na atmosfera e na litosfera. Assim sendo a água é uma mistura complexa de substâncias os quais vão variar conforme o ambiente natural pelo qual fluem ou que lhe foram introduzidos em razão das atividades do homem. Isso significa que estas substâncias são expostas a variações temporais e espaciais em virtude dos processos internos e externos aos recursos hídricos (GONÇALVES, 2008).

A água se apresenta como uma das substâncias indispensáveis para a manutenção da vida neste planeta, exercendo uma função de extrema importância nos processos metabólicos dos seres vivos, assim como no processo de desenvolvimento dos fenômenos climáticos (LOVELOCK, 2006). O ciclo hidrológico é responsável pela renovação da água nos ecossistemas terrestres, e varia conforme aspectos sazonais, espaciais e quantitativos (ODUM, 1986).

As águas continentais constituídas por rios, lagos, lagoas e outros sistemas hídricos permanentes ou sazonais, são notavelmente diversas em características físico químicas, e três sistemas periféricos externos de influência sobre estas, podem ser caracterizados como responsáveis pelo fornecimento de matéria e energia ao sistema hídrico superficial: o meio abiótico, composto pelo substrato geológico e clima; o meio biótico, composto pelas comunidades vegetais e animais e o meio antrópico, abrangendo a ação humana que afeta o equilíbrio entre os sistemas naturais, ocasionando alterações nos processos e nas formas. Tais sistemas são diferenciados, mas estritamente inter-relacionados (CHORLEY & KENNEDY, 1971).

A litologia da região, por exemplo, interfere diretamente na qualidade da água, o mesmo ocorrendo com o clima, a vegetação circundante, a qualidade do solo e também do ecossistema aquático. Os fenômenos ligados à temperatura e aos ventos exercem influência no processo de decomposição das rochas, bem como na erosão do solo, de forma a determinar parte dos elementos que compõe a água (MARQUES; SOUZA, 2005).

As características que identificam uma água natural como de qualidade adequada são funções do ecossistema em que ela faz parte, bem como de ações que

intervêm neste ecossistema. Desta forma, o estudo destas misturas torna possível produzir informação para auxiliar no seu gerenciamento, porém necessitando da percepção generalizada das ligações observadas entre a forma de desenvolver, manejar, utilizar e tratar os recursos hídricos e os ecossistemas aquáticos em geral (PINHO, 2001).

Observa-se, contudo, que a ocupação do ser humano de maneira cada vez mais desordenada sobre os ecossistemas tem ocasionado uma série de impactos às bacias hidrográficas no planeta por meio de atividades geradoras de desmatamento, queimadas, atividades agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas, culminando com a impermeabilização do solo, mudanças na topografia, descarte de efluentes e resíduos industriais e domésticos nos rios e lagos, erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água, dentre outras atividades (HOLMES, 1996; GONÇALVES, 2008; RODRIGUES *et al.*, 2009). É evidente a relação direta entre a poluição da água e a ação do homem nos centros urbanos, nas indústrias e na agricultura, bem como as alterações climáticas na degradação da qualidade da água da superfície (DELPLA *et al.*, 2011).

2.1. A atividade humana e sua influência na paisagem natural e na água

Um fato comum é que todas as nações do planeta são geradoras de impactos ambientais. O processo de evolução de qualquer sociedade tem gerado uma correlação gradativa e inversamente proporcional entre a procura e a disponibilidade de água de boa qualidade, esteja ela no estágio socioeconômico que estiver (LIMA, 2004). Um dos fatores mais limitantes para a expansão do desenvolvimento é a disponibilidade de água em quantidade e de qualidade adequadas ao uso e consumo. Para a manutenção sustentável dos mananciais, é importante que haja monitoramento constante e destinação adequada de resíduos, notavelmente de efluentes líquidos que, sem o tratamento adequado, impactam severamente a qualidade de vida da população.

A exploração de maneira indiscriminada e não-sustentável deste recurso natural gera problemas relacionados à sua qualidade e disponibilidade. Sua imprescindível necessidade nas mais variadas atividades humanas, somada da destruição de áreas alagadas, da supressão de matas ciliares, a poluição e a contaminação da água em razão

do despejo de resíduos líquidos e sólidos *in natura* nos corpos de água, têm causado uma grande perda da qualidade e diminuído a disponibilidade deste recurso (TUNDISI, 2003).

A água é utilizada basicamente para abastecer as residências e para as atividades industriais, para irrigação, para dessedentação de animais, para agricultura, nas atividades voltadas para a preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística e geração de energia elétrica, navegação entre outras. Estas atividades acabam por gerar padrões de qualidades de água variados (HAFNER, 2007).

Uma cidade pode ser considerada um ecossistema heterotrófico dependente de aporte externo de energia, alimento, água e outros materiais, diferindo dos sistemas heterotróficos naturais por sua avidez de recursos (ODUM, 1986). Neste contexto, observa-se que as cidades são, por sua completa desfiguração do ambiente natural, as interferências humanas que mais impactam a superfície terrestre, de forma que a utilização dos espaços urbanos é responsável por mais de cinquenta por cento das cargas poluidoras (BRAGA, 2003). Além disso, o desenvolvimento sem planejamento da urbanização sobre o meio natural ocasiona a degradação progressiva de áreas onde se localizam os mananciais remanescentes, o processo de ocupação urbana gera degradação das formações ciliares e da permeabilidade do solo, comprometendo os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, afetando a qualidade de vida do habitante do espaço urbano com alagamentos que, ademais o desalojamento de pessoas a interrupção no trânsito, contribuem na disseminação de doenças transmitidas pela água e carregam para as coleções d'água muitos resíduos sólidos (LUBENOW *et al.*, 2012).

No Brasil, observa-se que o modelo de urbanização desordenada é especialmente nocivo, deformando profundamente a paisagem em seu clima, geomorfologia, solo, hidrografia, flora, fauna e qualidade do ar, sendo além de apenas causa de problemas ambientais, por gerar paisagens e ecossistemas novos (SILVA *et al.*, 2011).

Um dos maiores problemas relativos à urbanização é o uso desordenado e inconsciente dos recursos hídricos. A água de qualidade, como recurso natural finito, indispensável e cada vez mais raro, começa a situar-se no centro dos debates sobre a qualidade de vida no ambiente urbano, e não há outro meio de preservá-la sem considerar-se a preservação das bacias hidrográficas nas políticas de gestão urbana ou relevando-se o planejamento de uso e ocupação do solo urbano em longo prazo

(MORAES, 2005).

No ambiente urbano, a maior contribuição para a degradação da qualidade da água é causada pela contribuição de dejetos oriundos de esgotos domésticos, despejos industriais e escoamento superficial da área urbana (BENN & MCAULIFFE, 1981; VON SPERLING, 1996). Tais dejetos são de natureza química diversa, dentre íons metálicos, hidrocarbonetos e plásticos, organoclorados, organofosfatos e esgotos sanitários (OTTAWAY, 1982). Ainda, é comum que o efeito de qualquer poluente, a respeito de sua natureza (química, física ou biológica), venha modificar também as outras características dos recursos hídricos. Assim, o conhecimento acerca das relações existentes entre estes dejetos e as ligações entre eles se mostra de fundamental importância, a fim de que seja possível trabalhar melhor as fontes de poluição (PEREIRA, 2004).

O acúmulo de resíduos orgânicos como esgoto sanitário e fertilizante causa eutrofização dos corpos d'água, decorrendo na explosão populacional de bactérias aeróbicas decompositoras que diminuem a quantidade de oxigênio disponível na cadeia trófica, tornando a água desfavorável para a fauna de maior porte e produzindo sulfeto de hidrogênio, que em quantidades elevadas, torna-se tóxico. Esses efeitos afetam a vida animal, vegetal e microbiológica (ANDRADE; FELCHAK, 2009).

O indicador mais recomendado para analisar a contaminação por esgoto doméstico em um corpo d'água é a quantificação da população de bactérias *Escherichia coli* e do grupo dos Enterococos, coletivamente referidas como coliformes fecais. Estes organismos são flora entérica comum de humanos e outros animais endotérmicos e, apesar de sua natureza benigna, revelam a presença de fezes na água e, por associação, a potencialidade da transmissão de parasitoses e outras etiologias impactantes na qualidade de vida (CALHEIROS; OLIVEIRA, 2015).

Dos contaminantes não biológicos, destacam-se a atenção por sua potencialidade tóxica dos elementos metálicos, que possuem caráter acumulativo na cadeia trófica (FARIAS *et al.*, 2012), pois a mobilidade e a toxicidade de íons metálicos no ambiente dependem de seu estado oxidativo, da estrutura química da espécie metálica de sua concentração (SILVA, 2008) no meio.

A preocupação que se deve ter com a presença de metais em virtude dos seus efeitos tóxicos na vida aquática e seu enorme poder de contaminação das águas

subterrâneas. São predominantes e mais comuns, nas emissões urbanas, o cobre (Cu), o chumbo (Pb) e o zinco (Zn), porém não são raros focos de contaminação oriunda de outras atividades humanas, principalmente agrícolas e industriais, contendo arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr) e mercúrio (Hg), notáveis por sua toxicidade, principalmente por exposição crônica, e capacidade de acumulação na cadeia trófica (CETESB 2012b, c, d, e; FARIAS *et al.*, 2008).

Promover continuamente, no meio urbano, ações específicas de intervenção pela recuperação, proteção e monitoramento dos recursos hídricos é, a despeito da proteção legal, providência urgente e só possível através de uma administração comprometida com o desenvolvimento sustentável, observante e obediente das características naturais locais, e ciente da extrema importância dos cursos d'água naturais – lânticos ou lóticos – para a sobrevivência e para a qualidade de vida da população de uma cidade (CERQUEIRA; MORAES, 2015).

2.2. Conceitos e parâmetros de qualidade das águas superficiais

Os índices de qualidade dos corpos d'água são ditados segundo uma classificação exposta na Legislação Federal, notadamente na Portaria MINTER nº GM 0013, de 15/01/76, cuja norma veio regulamentar a classificação dos corpos d'água superficiais, com respectivos padrões de qualidade, e os padrões de emissão para efluentes. Já a Resolução nº. 20, de 18/06/86, oriunda do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), trouxe uma inovação na classificação para as águas doces, incluindo as águas salobras e salinas do território nacional revogada pela Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.

Ao classificar os parâmetros da qualidade da água é possível caracterizar de acordo com: a) parâmetros físico-químicos básicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, matéria orgânica dissolvida...) e nutrientes, b) micropoluentes (inorgânicos e orgânicos), tais como: metais, pesticidas e fármacos, e c) parâmetros biológicos com o microorganismos patógenos, cianobactéria e agentes da qualidade da água (DELPLA *et al.*, 2011).

2.3. Lagoa Alexandrino Cândido Gomes

O atual Município de Porangatu teve sua origem, no século XVIII, a partir do estabelecimento, durante a exploração do ouro pelo bandeirante João Leite, do povoado de Descoberto, passando a ser chamado de Porangatu a partir de 31 de dezembro de 1943. Sua emancipação política como Município deu-se em 25 de agosto de 1948, instalando-se oficialmente no ano seguinte, e deve sua denominação ao rio homônimo, que atravessa a extremidade sudoeste do seu território (MOTA, 2009).

O município de Porangatu é o mais populoso da região norte do Estado de Goiás, com área urbana bem estruturada e equipada. A região apresenta clima tropical quente úmido, com verão chuvoso e inverno seco (SOARES, 2002). Sua área territorial abrange 4.820,5 km², com densidade demográfica de 8,79 hab km² e população estimada em 44.265 habitantes, dados de (2013). Ele está compreendido entre as coordenadas “12°47’24” e 13°46’12” de latitude sul e 48°37’12” e 49°43’12” de longitude oeste (IBGE, 2015), como apresentado na Figura 1.

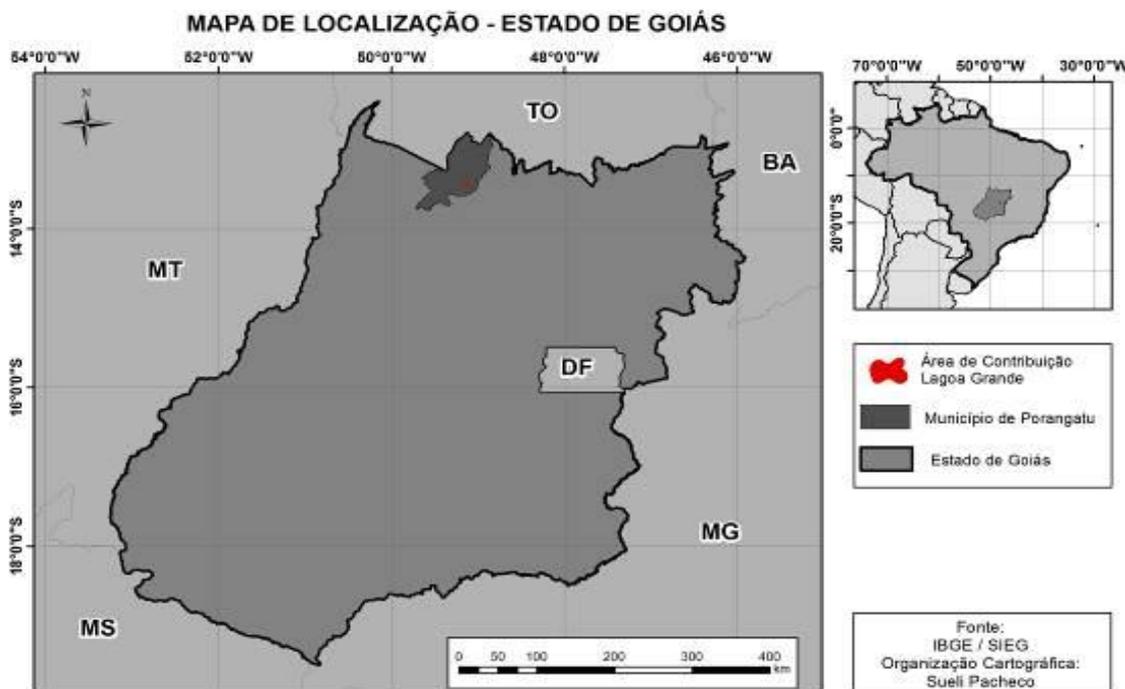


Figura 1. Localização do Município de Porangatu no Estado de Goiás.

O Município de Porangatu é limitado, a norte com o Estado do Tocantins, a sul com os municípios goianos de Amaralina e Mutunópolis, a leste com os de Montividiu

do Norte, Trombas e Santa Teresa de Goiás, e a oeste com Novo Planalto e Bonópolis (SILVA; DIAS, 2007), como observa-se na Figura 2.

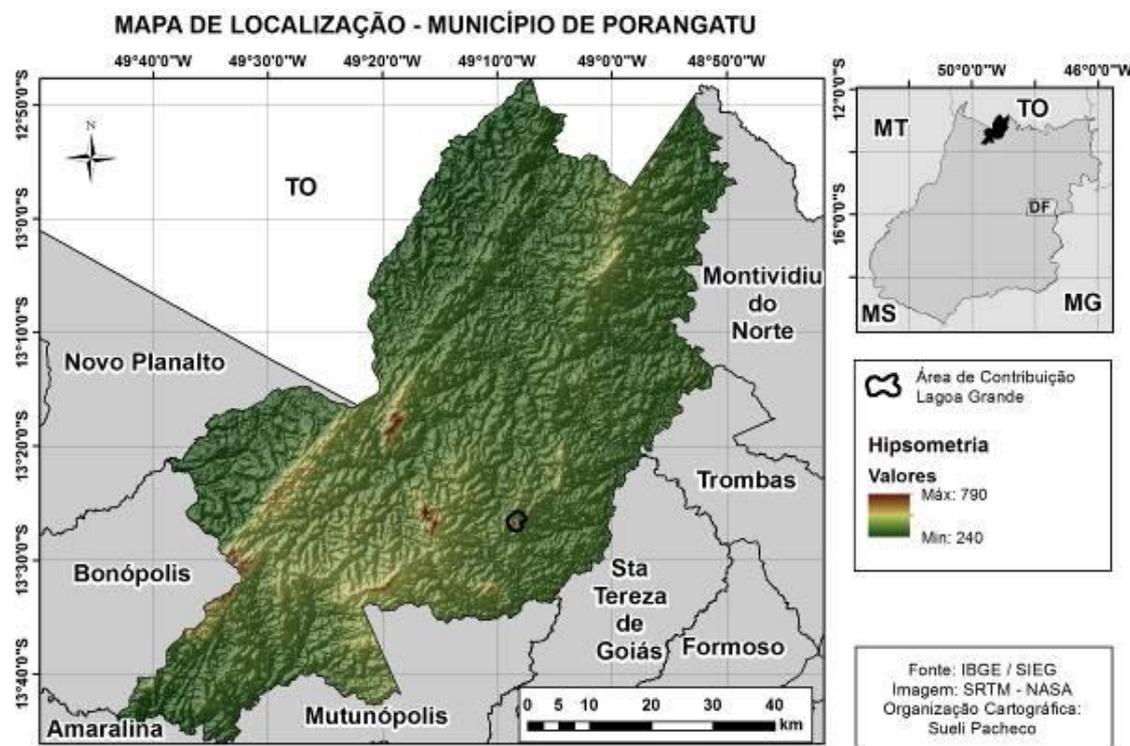


Figura 2. Município de Porangatu e municípios limítrofes, com destaque para a área de contribuição da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes.

A área em que se localiza o Município de Porangatu está inserida na compartimentação geomorfológica denominada Depressão do Alto Tocantins, sendo drenada pelo Ribeirão Funil e os córregos Areão, Banguê, Grupiara e Raizama (MAMEDE *et al.*, 1981). O relevo da região possui uma topografia razoavelmente plana, sem grandes restrições ao uso da terra, com exceção de pequenas áreas de planaltos, favorecendo a atividade agropastoril com mecanização e irrigação.

O município encontra-se em um relevo suavemente colinoso, o que viabiliza o surgimento de vários divisores de água e, como consequência, de nascentes, as quais integram um sistema de drenagem muito complexo e irregular de várias microbacias inseridas na bacia hidrográfica do rio Tocantins. A acentuada terraplanagem da zona urbana, entretanto, ocasiona uma alteração substancial na paisagem do município, notadamente em ambientes fluviais e lacustres, pois as áreas de maior cota topográfica sofrem um processo de planificação com fins de construção para empreendimentos imobiliários. De igual forma, existem, ainda, atuantes processos de aterramento de vales

fluviais e lacustres com deposição de material de rejeitos de construção civil em diversas áreas da cidade (OLIVEIRA; LUZ, 2006). Na Figura 3 estão caracterizadas as categorias de relevo do Município de Porangatu-Go.

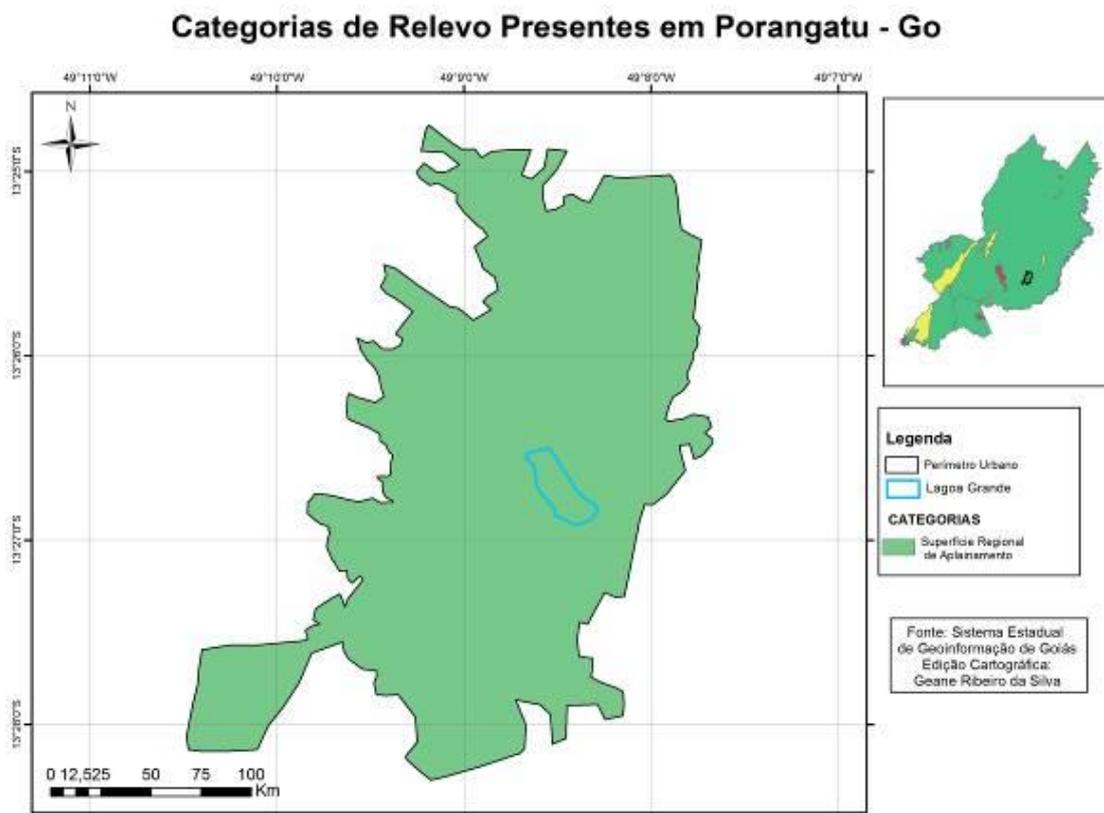


Figura 3. Relevo na zona urbana do Município de Porangatu.

A vegetação nativa da região é tipificada como Savana Arbórea Aberta (Cerrado), predominante em toda a área do município. Formações campestres estão presentes em áreas areníticas, como solos lixiviados decorrentes das queimadas realizadas na região. Espécies arbóreas predominantes incluem espécies típicas do bioma (ALVES, 2006).

Economicamente, Porangatu possui vocação baseada na atividade agropastoril e movimenta, em sua zona urbana, apenas atividade comercial, não contando com instalações industriais. Carente de rede de coleta de esgoto, o efluente das residências e comércio é usualmente reservado em fossas sépticas, entretanto não raro é despejado em forma bruta diretamente no meio ambiente. O rápido crescimento populacional e econômico de maneira desordenada e sem planejamento contribui severamente para degradação ambiental (GOBBI, 2015).

Porangatu é considerado polo da região norte de Goiás por contar com uma variada rede de serviços, como comércio, saúde, educação, segurança policial e bombeiros. Seu desenvolvimento econômico e rede de ensino servem de apoio para os dezoito municípios vizinhos (SILVA; DIAS, 2007). Não sendo exceção no panorama de degradação do ambiente natural comum para áreas urbanas, haja visto que a ocupação urbana acelerada e sem planejamento descaracterizou completamente as margens da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, última barreira natural de retenção, proteção e transformação de contaminantes.

2.4. A Lagoa Alexandrino Cândido Gomes

A lagoa Alexandrino Cândido Gomes, tradicionalmente chamada pelos habitantes como Lagoa Grande, é uma coleção d'água artificial, abrangendo 2 km² de espelho líquido, constituída em 2400 m² de orla e composta aproximadamente de 6 km² de área de contribuição, quase totalmente localizada dentro da mancha urbana do município, sem vegetação marginal, contornada em sua totalidade por passeio pavimentado, vias públicas e edifícios residenciais e comerciais, como apresentadas na Figuras 4.

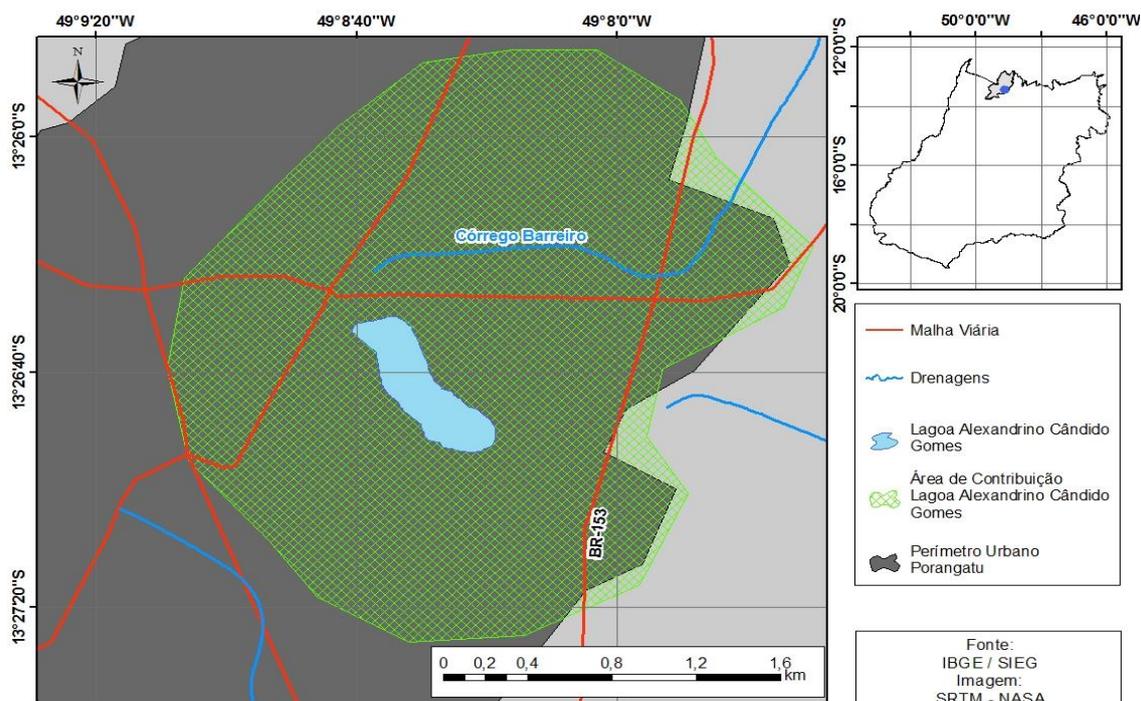


Figura 4. Área de contribuição e delimitação da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes na zona urbana de Porangatu.

A denominação oficial ocorreu em 22 de setembro de 1997 com a (Lei nº 1.859/97 em 22 de setembro de 1997), no intuito de homenagear um dos pioneiros da cidade (MOTA, 2009; BRITO *et al.*, 2013).

A lagoa é considerada o cartão postal da cidade, sendo de encontro da população balneário e área de lazer, além de sediar festividades e outras manifestações culturais em suas margens. Assim, a lagoa recebe os impactos diretos de seu uso, acumulando resíduos sólidos oriundos, devido à situação sanitária do município, potencialmente recebendo também efluentes líquidos de origem doméstica e comercial, o que justifica a realização deste estudo para diagnosticar o impacto da ocupação urbana na qualidade de sua água.

De acordo com Alves (2006) e Mota (2009), a natureza artificial da lagoa surgiu com o represamento das nascentes locais. No ano de 1953 promoveu a destruição de sua vegetação marginal. Em 1961, seu barramento foi elevado para a ampliação do espelho d'água. Em 1973 e 1976, houve a instalação de calçamento em seus arredores, os quais foram instaladas bocas de lobo para coleta de água pluvial, o que contribuiu para o aumento da deposição de resíduos. Em 1980 seu barramento foi reestruturado, ganhando a lagoa o perfil atual. Na Figura 5 é apresentada a vista panorâmica da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, em Porangatu.



Figura 5. Vista panorâmica da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, em Porangatu.
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

A lagoa foi completamente drenada em 1987, para a retirada de detritos de seu leito e, entre 1989 e 1992, suas margens sofreram ampliação e remodelamento paisagístico (ALVES, 2006). Em 1998, um projeto de iniciativa comunitária, em conjunto com a municipalidade e o Exército Brasileiro introduziu novas espécies animais e vegetais no local (MOTA, 2009). Desde então, apenas iniciativas de manutenção do mobiliário urbano e do calçamento marginal foram implementadas. Lamentavelmente a visão desenvolvimentista limitada das administrações municipais, apesar das intenções de se transformar o local em área de lazer, nunca consideraram a importância da manutenção da qualidade de sua água e de suas características naturais.

Nas margens da lagoa e proximidades ainda são encontrados marmeleiros, gameleiras, pau d'óleo, angico, pequizeiro, ipês (ALVES, 2006). O registro de fauna mostra que a lagoa abriga jacaretinga, tartaruga da Amazônia, tracajá e cágado (MOTA, 2009) entre outros.

No ano de 2008 a água da lagoa foi caracterizada como “Imprópria para Recreação e Contato Primário”, e teve restrito seu uso apenas para a navegação, desde que não haja contato com a água; harmonia paisagística e “usos menos exigentes”, como lavagem de ruas e irrigação de jardins (MOTA, 2009, p. 23).

Para compreender melhor como o processo de urbanização do município de Porangatu afeta especificamente a qualidade e as condições de utilização da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, o presente estudo objetivou determinar as presentes condições da qualidade de suas águas e identificar as fontes de contaminantes urbanos que, potencialmente, poderiam interferir na qualidade de vida dos habitantes da Lagoa e da população de Porangatu/GO, gerando subsídios para a orientação sobre seu uso como balneário e área de lazer em curto prazo, bem como para, em médio e longo prazo, contribuir para a orientação de esforços que objetivem a manutenção da qualidade de sua água.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Elucidar como o desenvolvimento e ocupação urbana nos arredores e a utilização da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes pela população afeta a qualidade da água, com base na análise em aspectos químicos, físicos e biológicos seletos da água superficial.

3.2. Objetivos específicos

- Compreender o uso, ocupação do espaço urbano e o remanescente da vegetação às margens da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes;
- Aferir as variáveis físico-químicas da água superficial da lagoa;
- Conhecer a composição química e quantificar o nível de contaminantes metálicos, por efluentes líquidos domésticos na água superficial da lagoa;
- Fundamentar ações para orientar o planejamento e gestão do espaço urbano visando manutenção saudável da qualidade da água da lagoa em longo prazo, estimulando à valorização e uso sustentável como atrativo paisagístico e área de lazer à população.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da ocupação urbana, do remanescente de vegetação às margens da lagoa e seu uso

A caracterização do uso e ocupação urbana às margens da lagoa foi feito por verificação *in situ*, abordando a ocupação predial imediata às margens como comercial, residencial, área de lazer ou outra atividade. Estruturas e mobiliário urbano, bem como remanescentes florísticos e paisagismo foram caracterizados pelo mesmo método, e documentado como acervo fotográfico.

4.2. Seleção de pontos de amostragem de água superficial

As amostras de água superficial da lagoa foram coletadas procurando representar a flutuação sazonal regional de pluviosidade. Desta forma, quatro procedimentos de coleta de água superficial foram realizados, dois em período chuvoso (entre outubro e março) e dois em período de estiagem (entre abril e setembro), em seis pontos distintos ao longo das margens da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes. Dois procedimentos foram realizados durante o período seco (abril e setembro) e dois durante o período chuvoso (outubro e março).

Os pontos de coleta foram definidos de forma a padronizar uma distância média entre os mesmos, da possibilidade de acesso à margem e considerando as imediações dos pontos, visando contemplar áreas da margem sujeitas a diferentes influências ambientais imediatas conforme sua caracterização. Uma vez definidos, os pontos de coleta foram georreferenciados por meio do *Global Position System* – GPS e denominados conforme a natureza da ocupação urbana nas imediações. A tabela 1, a seguir apresenta numericamente os pontos de coleta com suas denominações e respectivas Coordenadas.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta

Pontos	Denominação	LAT	LONG
Ponto 1	Lagoa Iate Clube	13° 26' 23.8" S	49° 08' 45. 1" W
Ponto 2	Sangradouro	13° 26' 23.6" S	49° 08' 45. 3" W
Ponto 3	Comercial Norte	13° 26' 23.5" S	49° 08' 45. 1" W
Ponto 4	Residencial Norte	13° 26' 23.4" S	49° 08' 45. 3" W
Ponto 5	Residencial Sul	13° 26' 23,5" S	49° 08' 45. 2" W
Ponto 6	Comercial Sul	13° 26' 23.6" S	49° 08' 45. 2" W

Fonte: Global Position Sistem – GPS.

Após referenciar cada ponto, utilizando as coordenadas geográficas como indicativo das amostras de água superficial da lagoa, cada ponto com suas características naturais e modificadas conforme os pontos de 1 a 6. Sendo Lagoa Iate Clube, ponto (01) que se caracteriza com a existência do principal clube da cidade, ausência de vegetação, passeio calçado muito próximo as margens da lagoa em sua área. O ponto (02) denominado logradouro, completamente sem vegetação com passeio calçado, captação de água por manilhas com escoamento sentido norte, contendo área de exploração comercial ambulante em períodos de festividades local como também nos finais de semanas as margens da lagoa, na avenida Ângelo Rosa. O ponto (03 e 06) denominado Comercial Norte e Comercial Sul notório pela existência de residências, fluxos rodoviários, atividades comerciais, lazer e áreas para realizações de festividades públicas diversas. Os pontos (04 e 05) áreas completamente formadas por luxuosas residências, mas que ao meio de todo este luxo ainda prevalece o escoamento de águas pluviais através de bocas de lobo, com passeio calçado e pouca vegetação em suas áreas. Os pontos de coletas estão apresentados na Figura 6.

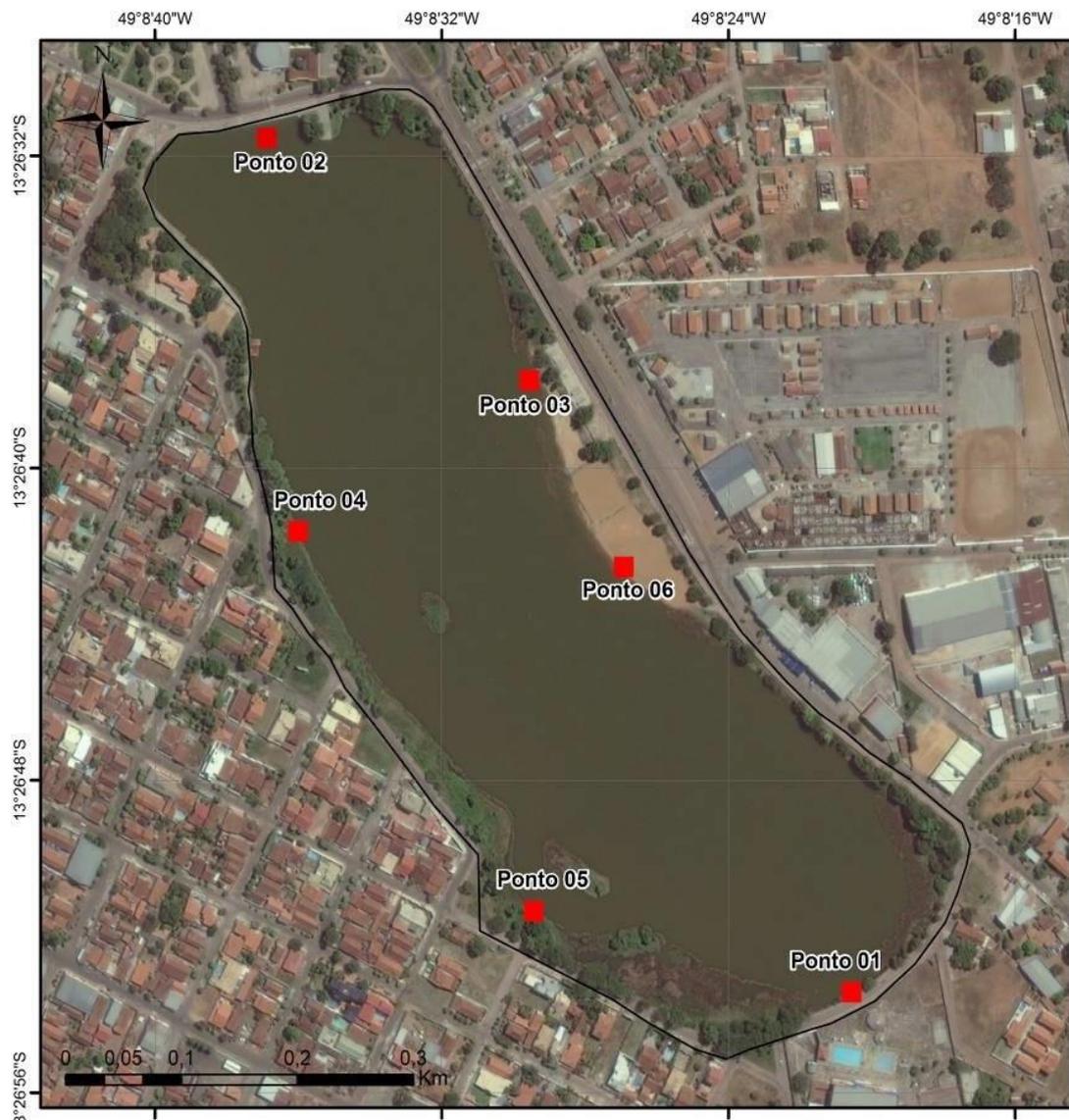


Figura 6. Pontos de coleta de amostras de água na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes.

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

4.3. Coleta e acondicionamento de amostras de água superficial

A coleta de amostras de água superficial foi efetuada conforme a norma NBR 9898 (ABNT, 1987a), Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (CETESB, 2012a) e recomendações técnicas do Programa de Monitoramento Ambiental, conforme exigido pelo Decreto nº 7.862, de 22 de abril de 2013 (GOIÁS, 2013). O material adequado aos métodos foi fornecido pelo laboratório contratado para proceder as análises. As amostras foram coletadas com recipiente de polietileno acoplado a um bastão com 1,3 m de comprimento, procurando evitar

contaminação com sedimento da margem, a uma profundidade máxima de 30 centímetros (ABNT, 1987b; CETESB, 2012a).

As amostras destinadas à quantificação de coliformes termotolerantes foram acondicionadas em frascos de polietileno previamente esterilizados a alta temperatura e pressão e devidamente rotulados. Após a coleta, os frascos foram conservados em caixa térmica refrigerada em temperatura aproximada de 6° C e encaminhados ao laboratório de forma que não fossem excedidas 24 horas entre sua coleta e o procedimento analítico.

Para a quantificação de metais tóxicos, a amostra da água coletada foi imediatamente acondicionada em frascos de vidro âmbar com solução de ácido nítrico 0,001 mol L⁻¹ e conservados, até a análise, da mesma forma e no mesmo recipiente refrigerado das amostras de quantificação de coliformes.

4.4. Temperatura e pH

Os parâmetros temperatura e pH das amostras foram determinados por meio de sonda multiparamétrica *AQUA Read* conforme preconizado pela APHA (2012) no momento da coleta. Na Figura 7 está mostrando como foram acondicionados e conservados as amostras de água.

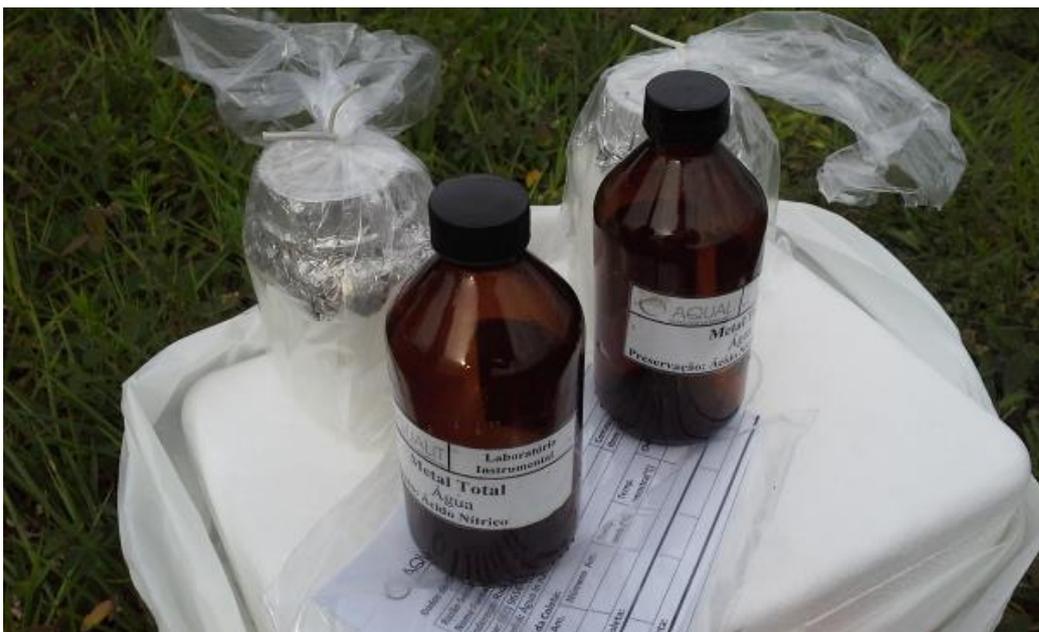


Figura 7. Acondicionamento e conservação das amostras de água.
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

4.5. Quantificação de coliformes termotolerantes

A metodologia utilizada para análise de coliformes segue o procedimento padronizado internacionalmente pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) e pelo *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA, 1995), conforme estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

A determinação do número máximo provável (NMP) de coliformes em uma amostra é efetuada a partir da aplicação da técnica de tubos múltiplos, que se baseia no princípio de que as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas por agitação. O procedimento incubatório consistiu na transferência de um inóculo de cada cultura com resultado positivo em caldo lauril triptose (CLT), ou caldo lauril (CL) com púrpura de bromocresol incubados por 24 a 48 horas a 35 +/- 0,5 ° C. Para tubos contendo o meio EC, a incubação consistiu em período de 24 +/- 2 horas a 44,5 +/- 0,2 ° C, em banho maria e com agitação e temperatura constantes com resultado considerado positivo quando há produção de gás a partir da fermentação da lactose contida no meio. De acordo com a produção de gás em cada tubo contendo as diferentes concentrações, o índice NMP é estimado conforme a equação: $NMP/100ml \text{ (aprox)} = (P \times 100)/(N \times T)$, onde P = n° de tubos positivos, N = volume de amostra em todos os tubos negativos (mL) e T = volume total da amostra (mL). A interpretação de resultados é exemplificada abaixo (APHA, 2012). A Tabela 2 relaciona os dados obtidos.

Tabela 2. Diretriz para selecionar as três diluições mais adequadas

Exemplo	Volume (mL)					Combinação de tubos positivos	NMP/100 mL
	10	1	0.1	0.01	0.001		
A	5	5	1	0	0	x-5-1-0-x	330
B	4	5	1	0	0	4-5-1-x-x	48
C	5	2	5	2	1	x-x-5-2-1	7000
D	4	5	4	5	1	x-x-4-5-1	4800
E	5	4	4	0	1	x-4-4-1-x	400
F	4	3	0	1	1	4-3-2-x-x	39
G	4	3	3	2	1	x-x-3-2-1	1700

Fonte: Adaptado do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

4.6. Quantificação de Cádmio, Chumbo e Cromo.

A quantificação da presença de cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr) foi realizada pelo método de digestão ácida da amostra em ácido nítrico (HNO₃) e posterior detecção por espectrometria de emissão óptica induzida por plasma de argônio (*Inductively Coupled Plasma - Optical emission Spectrometry*, ICP-OES) e espectrometria de emissão atômico com chama (*Atomic Emission Spectrometry*, chama AES) (SMWW 2012, método 3120B).

4.7. Quantificação de Mercúrio

A determinação de mercúrio (Hg) foi realizado pelo método de digestão ácida da amostra em ácido nítrico (HNO₃) e borohidreto de sódio e posterior detecção por espectrometria de emissão óptica induzida por plasma de argônio (ICP-OES) (USEPA 1995, publ. SW846, método 7470A).

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização espacial dos pontos de coleta e influências às margens da lagoa

O ponto de coleta “Lagoa Iate Clube” (ponto 1) está situado no acesso à lagoa do respectivo clube, que caracteriza-se por ser um estabelecimento comercial que oferece serviços de lazer, existindo há cerca de 25 anos na margem da Lagoa. O Clube não oferece acesso à lagoa para embarcações, se utilizando da mesma apenas como atrativo paisagístico. Junto à margem, possui passeio calçado, quiosques para churrasco e festas, lanchonete, academia de ginástica e banheiros. O passeio calçado, em concreto, substituiu a margem natural da lagoa, portanto a margem, no local, não mais possui vegetação, assim mostra na Figura 8.



Figura 8. Lagoa Iate Clube (ponto1).(A) passeio calçado.
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

O ponto de coleta “Sangradouro” (ponto 2) é situado na embocadura do canal de drenagem (sangradouro) da Lagoa, portanto no ponto de represamento do que foi, outrora, um curso d’água. Assim como no ponto 1, não possui nenhuma vegetação marginal, uma vez que o passeio calçado é situado imediatamente sobre a barragem da

lagoa. Dali, a água é captada subterraneamente por sistema de manilhas que desembocam mais ao norte, em área alagada. Imediatamente contíguo ao passeio calçado há as faixas de rolagem da Avenida Ângelo Rosa. Neste local não há exploração comercial contínua ou residencial, porém, recebe comércio ambulante de artesanato, alimentos e bebidas, aos finais de semana. A Figura 9 evidencia o Ponto.



Figura 9. Sangradouro (ponto2).(A) passeio calçado.
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

O ponto de coleta “Comercial Norte” (ponto 3) possui, nas imediações, o Parque de Exposição Agropecuária, Academia de ginástica, Emissora de rádio, Parque recreativo infantil, pista de skate e espaço para eventuais festividades públicas (carnaval, pecuária, espetáculos musicais *etc.*) e recebe, ocasionalmente, fluxo intenso de pessoas. Desta forma, apresenta acúmulo de resíduos e lugar de instalação, durante as festividades, dos banheiros químicos. À margem apresenta vegetação de gramíneas e passeio pavimentado, conforme caracterizado na Figura 10 o ponto 3.



Figura 10. Comercial Norte (ponto 3). (A) gramíneas (B) passeio pavimentado.
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

O ponto de coleta “Residencial Norte” (ponto 4) possui uma declividade ligeiramente mais elevada que os demais. Apresenta, à margem, faixa de vegetação arbórea, e além desta o passeio calçado. Suas imediações são ocupadas por residências estabelecidas e em construção, portanto recebe algum resíduo sólido e areia, arrastados pelas águas pluviais, o que já causa assoreamento visível à margem. Assim, a Figura 11 apresenta as características desta localidade.



Figura 11. Residencial Norte (ponto 4).
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

O ponto de coleta “Residencial Sul” (ponto 5) possui solo úmido e movediço e apresenta, junto à margem, vegetação aquática e gramíneas. Ao largo há uma ilha coberta de gramíneas. Além da margem há o passeio calçado. Nas imediações do ponto de coleta há ocupação predominantemente residencial bem próxima à margem. A presença de bocas de lobo conectadas diretamente à lagoa possibilita o carreamento de resíduos sólidos ao leito. Na Figura 12 está apresentada a região de coleta que demonstra como é a localidade.



Figura 12. Residencial Sul (ponto 5).
Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

O ponto de coleta “Comercial Sul” (ponto 6) é situado no extremo sul do trecho espraiado da margem leste da lagoa. A “praia”, arenosa, não possui vegetação e é muito utilizada pela população. Nas imediações há estabelecimentos comerciais, porém nenhum com notável potencial de contaminação evidente. Assim como no ponto Comercial Norte, sedia ocasionalmente festividades e um leilão de gado. A faixa de areia é utilizada frequentemente como acesso para embarcações como “jet-ski”, possui um campo de futebol e, no período de carnaval, tendas para exibição de som são colocados automotivo. Além da margem, há o passeio calçado, com espaço livre para eventos públicos e comércio informal, conforme mostra a Figura 13.



Figura 13. Comercial sul (Ponto 6).

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

5.2. Resultados das análises da água da lagoa

Todos os procedimentos analíticos foram realizados pelo laboratório Aqualit Tecnologia em Saneamento Ltda (CNPJ 01.657.265/0001-20), com sede em Goiânia, Goiás. Os resultados obtidos das amostras coletadas nos períodos de estiagem e chuvoso entre os anos de 2015 e 2016, duas coletas para cada período, são apresentadas nas tabelas 3, 4, 5, e 6.

Tabela 3. Limites máximos permitidos pelo Decreto 1745/79 do Estado de Goiás e Resolução Conamam 357/05

Parâmetros	Dec. 1745/79 Goiás	Res. CONAMA 357/05
T (°C)	--	--
pH (<i>in situ</i>)	--	De 6 a 9
Ar total	0,05mg/l	até 0,01mg/L
Cd total	0,01mg/l	até 0,001mg/L
Pb total	0,05mg/l	até 0,01mg/L
Cr total	0,05mg/l	até 0,05mg/L
Hg total	0,002mg/l	até 0,0002mg/L
Colif. term.	até 1.000/100mL	até 1.000/100mL

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, 2015.

Os valores do metal cádmio, apresentaram-se dentro do recomendado, no período de estiagem e chuvoso. Havendo uma exceção, do ponto 04, período de estiagem, resultado fora do recomendado pelo CONAMA 357/2005. O recomendado pelo CONAMA 357/2005 é de 0,001mg/L e o resultado do ponto 04, foi de 0,002mg/L (Tabela 4). Os demais, estão de acordo com o recomendado pelo Decreto 1745 (Goiás, 1979) e Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 4. Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, março de 2015 (estiagem).

Parâmetros	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
T (°C)	29,2	29,9	30,5	30,4	29,9	29,8
pH (<i>in situ</i>)	7,2	7,3	7,5	7,3	7,3	7,2
Ar total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd total	< 0,001	< 0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Pb total	< 0,005	0,02	<0,005	0,01	<0,005	<0,005
Cr total	0,003	0,005	0,125	0,117	0,006	<0,003
Hg total	< 0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002
Colif. term.	9,2 x 10 ¹	Ausente	3,6 x 10 ¹	1,4 x 10 ²	Ausente	Ausente

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, Laboratório AQUALIT, março de 2015.

Os ensaios para determinação de chumbo nas amostras coletadas demonstraram-se, em grande parte satisfatórios. Com exceção do **ponto 2** (27/03/15) (Tabela 5). O restante dos pontos amostrados estão de acordo com o recomendado pelo Dec. 1745 (1979) e CONAMA 357(2005). Já o arsênio verifica-se tanto no período de estiagem quanto no período chuvoso, que em todos os pontos, não foram encontradas concentrações significativas. Todas as amostras estão de acordo com o recomendado pelo Dec. 1745 (1979) e CONAMA 357(2005), portanto não há contaminação por arsênio na Lagoa.

Tabela 5. Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, setembro de 2015 (chuvoso).

Parâmetros	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
T (°C)	31,5	31,8	31,8	32,0	31,9	31,6
pH (<i>in situ</i>)	7,1	7,4	7,4	7,3	7,3	7,6
Ar total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd total	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pb total	<0,005	0,007	<0,005	0,007	<0,005	<0,005
Cr total	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Hg total	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Colif. term.	1,5 x 10 ²	4,5 x 10 ¹	3,6 x 10 ¹	9,2 x 10 ¹	6,8 x 10 ²	9,3 x 10 ¹

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, Laboratório AQUALIT, setembro de 2015.

O metal cromo nos pontos 03 e 04 (27/03/15) ultrapassaram o recomendado pelas Normas Dec. 1745 (1979) e CONAMA 357(2005) na tabela acima (Tabela 6). Os

demais pontos estão de acordo com o recomendado pelo Dec. 1745 (1979) e CONAMA 357(2005). O metal mercúrio não atingiu valores detectáveis pelo método empregado. A concentração deste em todos os pontos nos períodos de estiagem e chuvoso foram abaixo de 0,002 mg/L. Todos os pontos amostrados estão de acordo com o recomendado pelo Dec. 1745 de Goiás (1979) e CONAMA 357(2005).

Tabela 6. Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, dezembro de 2015 (chuvoso).

Parâmetros	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
T (°C)	31,7	32,1	32,6	31,9	32,2	32,2
pH (<i>in situ</i>)	7,4	7,4	7,3	7,3	7,4	7,4
Ar total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd total	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pb total	<0,005	0,007	<0,005	0,007	<0,005	<0,005
Cr total	0,033	0,031	<0,003	<0,003	0,035	0,028
Hg total	< 0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Colif. term.	Ausente	Ausente	3,6 x 10 ¹	9,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ²	2,0 x 10 ³

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, Laboratório AQUALIT, dezembro de 2015.

O parâmetro coliformes termotolerantes em todos os períodos (estiagem e chuvoso), em alguns pontos, apresentarem valores positivos de microrganismos do grupo coliforme. Todos os pontos estão conforme o recomendado pelo Decreto Estadual 1745 de Goiás (1979) e CONAMA 357 (2005), exceto o ponto 6 (17/12/16) (Tabela 7), que ultrapassou o limite recomendado.

Tabela 7. Coleta de água superficial na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, abril de 2016 (estiagem).

Parâmetros	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
T (°C)	29,8	29,6	29,8	29,4	29,7	29,9
pH (<i>in situ</i>)	7,1	7,2	7,1	7,1	7,1	7,3
Ar total	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd total	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pb total	<0,005	0,010	0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Cr total	0,010	<0,003	0,013	<0,003	0,012	< 0,003
Hg total	< 0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Colif. term.	Ausente	Ausente	3,6 x 10 ¹	9,3 x 10 ¹	7,9 x 10 ²	2,2 x 10 ²

Fonte: Sueli Maria Moraes Pacheco, Laboratório AQUALIT, abril de 2016.

6. DISCUSSÃO

Fonseca *et al.* (2013) descreve a enorme influência urbana e sua contribuição para a degradação da qualidade da água, utilizando como objeto de estudo a Lagoa Rodrigo de Freitas localizada no Rio de Janeiro, Brasil. A Lagoa Alexandrino Cândido Gomes em Porangatu no Estado de Goiás demonstra nas amostras coletadas, qualidade satisfatória, na maior parte do tempo, não apresentando metais tóxicos e coliformes termotolerantes em grandes concentrações na água. Mas pode ser observada a influência da paisagem urbana sobre a Lagoa. Foram aferidos em campo os parâmetros pH e temperatura das amostras no momento da coleta. O pH se manteve numa média de 7,3 em todo o período seco e chuvoso e temperaturas da água em variando entre mínima de 29,2°C e máxima de 32,2°C. O pH na hora e local da coleta, sempre esteve dentro do recomendado, variando entre 6 e 9, pela Resolução CONAMA 357 (2005). Como observado por Zamboni *et al.* (1997) o pH da água de ambientes eutrofizados pode sofrer alterações bruscas durante o dia pela luminosidade e processos fotossintéticos de algas e plantas aquáticas (macrófitas aquáticas). Os organismos fotossintetizantes, segundo Zamboni *et al.* (1997), podem auxiliar na elevação do pH. Esse evento não foi observado nas águas da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes, podendo se inferir que há baixa atividade dos organismos clorofilados.

Como evidenciado por Bucci *et al.* (2015) o aumento de matéria orgânica e inorgânica na água, corpos hídricos como rios e lagos, constantemente pode ser ligada a fenômenos não naturais. Ainda de acordo com Bucci *et al.* (2015) em seu estudo da Represa Doutor João Penido, Juíz de Fora, Minas Gerais ele demonstra a vulnerabilidade de corpos hídricos represados. Fonseca *et al.* (2013) verifica a questão da vulnerabilidade de lagoas ao uso e ocupação do solo inserida em área urbana. A Lagoa Alexandrino Cândido Gomes apresenta toda sua extensão ocupada por algum tipo de atividade humana.

Os metais tóxicos quantificados, arsênio, cádmio, chumbo, cromo e mercúrio quando em concentrações acima do recomendado são altamente tóxicos e de difícil eliminação do organismo (LIMA *et al.*, 2015; ARANTES *et al.*, 2015; BUCCI *et al.*, 2015). Os períodos avaliados foram sazonais, seco (março de 2015 e abril de 2016) e chuvoso (setembro e dezembro de 2015). Arantes *et al.* (2015) demonstra a ação da

bioacumulação de metais tóxicos em produtores e consumidores aquáticos no rio Paraopeba, Brasil, e a importância da investigação constantes dos organismos envolvidos na cadeia alimentar afim de se evitar problemas. Ainda de acordo com o presente estudo ele indica a preocupação com a saúde do ecossistema e a saúde humana que pode acumular esses metais tóxicos no organismo (cádmio, cromo, chumbo e mercúrio). E ele demonstra ser comum a acumulação desses metais tóxicos, quando em grande quantidade no ambiente, por organismos aquáticos durante os processos tróficos. Lima *et al.* (2015) também descreve sobre o perigo das altas concentrações de metais tóxicos em água e da bioacumulação em organismos aquáticos da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil.

Contudo a Lagoa Alexandrino Cândido Gomes não apresentou concentrações de mercúrio quantificável pelo método utilizado. Os valores de mercúrio abaixo de 0,002 mg/L em todos os pontos de água coletados (estiagem e chuva). Não foi evidenciada a presença de arsênio e mercúrio nos pontos avaliados, todos estavam conforme com o recomendado pela Legislação Estadual Decreto 1745 (GOIÁS, 1979) e Resolução CONAMA 357 (2005) no período de estiagem. Entre todos os metais investigados, apenas o arsênio e o mercúrio não apresentaram valores quantificáveis (significativos) ficando sempre abaixo dos limites de quantificação do ICP-OES.

Indo de encontro ao que preconiza as normas ambientais, outro importante metal pesado investigado foi o cádmio. Foram encontrados traços desse metal no ponto 04, período de estiagem (27/03/15), resultado de 0,002 mg/L fora do recomendado pelo CONAMA 357/2005. Os demais pontos no momento das coletas estavam de acordo com o recomendado pelo Decreto 1745 (GOIÁS, 1979) e Resolução CONAMA 357/2005 no período de estiagem. Os ensaios para determinação da concentração de chumbo nas amostras coletadas (estiagem e chuvas), demonstraram-se, em grande parte satisfatórios. Foi encontrado valor fora do recomendado pelas Normas. O Ponto 02 apresentou um valor significativo de 0,02mg/L de chumbo no período de estiagem (27/03/15), ficando assim acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 (resultado insatisfatório). Este fato pode ser devido a presença de postos de combustíveis, automecânicas e deslocamento de veículos automotores nos arredores da Lagoa (MMA, 2009). O Ponto 04, no mesmo período (27/03/15), apresentou resultado de 0,01 mg/L estando no limite aceitável da Norma Resolução CONAMA 357/2005.

Outro parâmetro avaliado no presente estudo, o cromo, apresentou valores sempre dentro do recomendado pelas normas vigentes (Estadual e Federal). Valores de cromo total encontrados na água da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes estão de acordo com o recomendado por ambas as Normas (Estadual e Federal) quanto a sua concentração. Os resultados dos ensaios demonstram valores inferiores em ambos os períodos de avaliação, estiagem e chuvoso, quando confrontados com os valores dos parâmetros recomendados pelo Decreto 1745 e Resolução CONAMA 357/2005 (GOIÁS, 1979; CONAMA, 2005). O valor mais alto encontrado nos pontos analisados foi de 0,035mg/L (ponto 05) coleta realizada no período chuvoso (17/12/2015). A Organização Mundial da Saúde OMS recomenda que a concentração de cromo na água de consumo não seja superior a 0,05 mg/L (WHO, 2006), da mesma forma a Resolução do CONAMA 357 (2005). Dal Magro *et al.* (2013) mostra que a utilização da biomassa inativa da microalga *Spirulina platensis* é uma opção para remoção de cromo (VI) da água.

Os valores Coliformes termotolerantes (NMP/100mL) encontrados nas amostras coletadas na Lagoa Alexandrino Cândido Gomes de Porangatu-GO, no primeiro semestre, período de estiagem (março de 2015) foram: Ponto 1 – 92 NMP/100mL; Ponto 02 - Ausência em 100mL; Ponto 03 - 36 NMP/100mL; Ponto 04 – 140 NMP/100mL; Ponto 05 - Ausência em 100mL; Ponto 06 - Ausência em 100mL. Apesar de alguns pontos de amostragem apresentarem resultado positivo para o teste de coliformes termotolerantes, todos as amostras coletadas estão conforme com o recomendado pela Legislação Estadual Decreto 1745 (GOIÁS, 1979) e Federal Resolução CONAMA 357/2005 no período de estiagem. As coletas realizadas no período chuvoso (setembro 2015), Ponto 1 – 150 NMP/100mL; Ponto 02 - 45 NMP/100mL; Ponto 03 – Leste, 36 NMP/100mL; Ponto 04 – 92 NMP/100mL; Ponto 05 - 680 NMP/100mL; Ponto 06 - 93 NMP/100mL. Da mesma forma que no período anterior, apesar de apresentar valores positivos de microrganismos do grupo coliforme, todos os pontos estão conforme com o recomendado pela Legislação Estadual Decreto 1745 (GOIÁS, 1979) e Federal Resolução CONAMA 357/2005 no período de estiagem. Em estudo semelhante, Cunha *et al.* (2004), analisou a qualidade microbiológica da água de quatro rios do baixo curso do Amazonas, nas proximidades das cidades de Macapá e Santana (AP). Ele observou a existência da relação entre precipitações e o aumento da incidência de coliformes termotolerantes nos mananciais. Esse aumento da

carga de coliformes termotolerantes segundo Cunha *et al.* (2004) se dava principalmente próximo a área urbana. Da mesma forma que na Lagoa Alexandrino em Porangatu, o período chuvoso foi o de maior incidência de coliformes termotolerantes. Existe uma preocupação latente em monitorar a qualidade da água, independente do seu uso preponderante, e investimentos constantes em saneamento é uma maneira de reduzir ou evitar impactos negativos (NASCIMENTO, 2007).

Diante do exposto por Nascimento (2007) anteriormente, que apesar da água da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes de Porangatu/GO, não ser utilizada no abastecimento público, a Lagoa é um componente paisagístico. E é utilizada constantemente pela população. A Resolução CONAMA 274 (2000) considera a necessidade dos instrumentos de avaliação da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário.

7. CONCLUSÕES

A água da Lagoa Alexandrino Cândido Gomes apresentou alteração ao longo do estudo. Dentre as possíveis causas podem ser destacadas as atividades humanas ao longo das margens em toda sua extensão. O comércio local e residências compõem a paisagem em meio a pouca vegetação marginal. A lagoa recebe grande carga de poluentes advindos do tráfego de veículos automotores, resíduos carreados pelas chuvas auxiliando no aumento de matéria orgânica e inorgânica no corpo hídrico. Podendo ser responsável por alguns valores de metais e coliformes acima do recomendado pela legislação vigente.

Não foi observada a presença de arsênio e mercúrio durante todo o período do estudo. O pH se manteve próximo da neutralidade, por volta de 7,3, e temperatura por volta de 29,8°C respectivamente. Algumas amostras coletadas apresentaram valores significativos de metais tóxicos (tóxicos) e coliformes termotolerantes. Mas manteve a qualidade da água de acordo com a Legislação Estadual e Federal na maior parte dos pontos e períodos analisados (2015 e 2016). Apesar da maioria do tempo a lagoa apresentar boa qualidade, comparando-se com o recomendado pela legislação, alguns pontos apresentaram problemas. O cádmio, chumbo e o cromo foram os únicos que ficaram em desacordo com o recomendado. Este fato pode ser devido a presença de postos de combustíveis, automecânicas e deslocamento de veículos automotores nos arredores da Lagoa.

A investigação da presença de coliformes termotolerantes demonstrou que a lagoa atendeu a legislação na maioria do tempo. O cádmio foi detectado em um dos pontos avaliados, ficando acima do recomendado pela legislação vigente no período de estiagem em 2015. E o chumbo no período de estiagem (23/03/15) ponto 02, apresentou valor acima do recomendado pela legislação vigente, da mesma forma o cromo ficou acima do recomendado pela norma. O ensaio de coliformes termotolerantes demonstrou a boa qualidade da água na maioria do período de estudo entre 2015 e 2016. A presença de coliformes termotolerantes só ficou acima do permitido em um ponto no período chuvoso em 2015.

A Lagoa Alexandrino Cândido Gomes a partir dos ensaios aferidos demonstra qualidade da sua água satisfatória em grande parte do período estudado. Porém fica

evidenciado o papel do poder público e privado na preservação e manutenção da qualidade do solo e da água da lagoa, e a necessidade de se criar estratégias, e rever as já existentes de preservação. O monitoramento constante das áreas mais vulneráveis a poluição do ambiente, a revitalização da vegetação marginal e sanitária, dando segurança aos usuários que a frequentam, como área de lazer, balneário, marco paisagístico (cartão postal) e biodiversidade da cidade e aos seus moradores a confiança do bem-estar em relação a saúde.

8. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. jun. 1987a. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>>. Acesso em: 16/08/2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9896**: Poluição das águas: terminologia. Rio de Janeiro, 1987b.

ALVES, M. L. D. **Os problemas ambientais da cidade de Porangatu/GO**. 2006. 86f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Goiás, Porangatu, 2006.

APHA. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22.ed. 2012. 1946p.

ANDRADE, A. R. de; FELCHAK, I. M. A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas – Irati/PR. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, n.12, p. 108-112, 2009.

ARANTES, F. P. et al. Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 1, p. 137-147, mar. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652016000100137&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 maio 2016.

BENN, F. R.; MCAULIFFE, C. A. **Química e poluição**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981. 134p.

BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. In: BRAGA, R. **Recursos Hídricos e planejamento urbano e regional**. São Paulo: UNESP, 2003. p.113-127.

BRITO, B.B.P.; FAQUINELLO, P.; PAULA-LEITE, M.C.; CARVALHO, C.A.L. parâmetros biométricos e produtivos de colônias em gerações de *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n.238, p.265-273. 2013.

BUCCI, M. M. H. S. et al. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Revista**

Ambiente & Água, Taubaté, v. 10, n. 4, p. 804-824, dec. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000400804&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 maio 2016.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. de. **Contaminação de corpos d'água nas áreas urbanas de Corumbá e Ladário**. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM089.pdf>>. Acesso em: 10/03/2015.

CERQUEIRA, E. do C.; MORAES, L. R. S. **Reflexão sobre diretrizes para a gestão sustentável de rios urbanos**. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgecv3/UserFiles/Sumarios/ee01d2ce77fe55f718b8e4733a1b8764_21f357408186464b7de826f55e6b08ec.pdf>. Acesso em: 12/03/2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**. 2012a. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Arsênio**. 2012b. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/Arsenio.pdf>>. Acesso em: 28 de ago. de 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Cádmio**. 2012c. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/cadmio.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Chumbo**. 2012d. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/chumbo.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Crômio**. 2012e. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/cromio.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B.A. **Physical geography: a systems approach**. London: Prentice-Hall International, 1971.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 11/95/2015.

CUNHA, A.C.; CUNHA, H.F.A.; BRASIL JÚNIOR, A.C.P.; DANIEL, L A.; SCHULZ, H.E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e Peri urbana no baixo Amazonas: o caso do Amapá. *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 322-328, 2004.

DAL MAGRO, Clinei et al. Biossorção passiva de cromo (VI) através da microalga *Spirulina platensis*. *Química Nova*, São Paulo, v.36, n. 8, p.1139-1145, 2013. Acesso em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000800011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 maio 2016.

DELPLA, I.; JUNG, A.V.; BAURES, E.; CLEMENT, M.; THOMAS, O. Impactos da mudança climática na qualidade da água da superfície em relação à produção da água de beber. *Revista de Saúde Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.6, n.2, ago. 2011.

FARIAS, J. S.; MILANI, M. R.; NIENCHESKI, L. F. H.; PAIVA, M. L. de. Especificação química de arsênio inorgânico no estuário da Laguna dos Patos (RS, Brasil). *Química Nova*, v.35, n.7, p.1401-1406, 2012.

FARIAS, L.A *et al.* Mercúrio total em cabelo de crianças de uma população costeira, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 24, n. 10, p. 2249-2256, oct. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2008001000006&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 ago. 2015.

FONSECA, E. M. da et al. The Role of the Humic Substances in the Fractioning of Heavy Metals in Rodrigo de Freitas Lagoon, Rio de Janeiro- Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 85, n. 4, p. 1289-1301, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652013000401289&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jun. 2016.

GOBBI, L. D. **Urbanização brasileira**. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>>. Acesso em: 10/03/2015.

GOIÁS. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Estado da Casa Civil. **Decreto nº 1745, de 06 de dezembro de 1979**. Aprova o Regulamento da Lei nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. 1979.

GOIÁS. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Estado da Casa Civil. **Decreto nº 7.862, de 22 de abril de 2013**. Regulamenta a atividade de aquicultura no Estado de

Goiás e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2015-09/decreto-estadual-no__-7832_2013--dispoee-sobre-a-aquicultura-no-ambito-do-estado-de-goias.pdf>. Acesso em: 12/05/2016.

GONÇALVES, G. W. P. S. **Urbanização e qualidade da água:** monitoramento em lagos urbanos de Londrina/PR. 2008. 186f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

HAFNER, A.V. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais.** 2007. 177f. Dissertação (Mestrado em ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HOLMES, P. R. Measuring success in water pollution control. **Wat. Res.**, v.34, n.12, p. 155-164, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Goiás:** Porangatu. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=521800>>. Acesso em: 23/11/2015.

LIMA, D. P. de et al. Contaminação por metais tóxicos em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonas**, Manaus, v. 45, n. 4, p. 405-414, dec. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672015000400405&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 maio 2016.

LIMA, W. Aprendizagem e classificação social: um desafio aos conceitos. **Revista do ISEP**, v. 3, n. 1, out. 2004.

LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia.** Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2006.

LUBENOW, A. T.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de SOUSA VIDAL, C. M. de; CAVALLINI, G. S.; CANTERLE, Y. C. Impacto do uso e ocupação da terra na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal, Irati (PR). **Ambiência**, v.8, n.3, p.845-858, set./dez. 2012.

MAMEDE, L. *et al.* Geomorfologia. In.: _____. **Brasil Ministério das Minas e Energia.** Secretaria – Geral Projeto. Levantamento de recursos naturais Folha SD. 22 Goiás. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1981. p.301-376.

MARQUES, R.; SOUZA, L. C. Matas ciliares a áreas de recarga hídrica. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados.** Curitiba: Sanepar, 2005. p. 161-188.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Micronutrientes e metais pesados tóxicos: fatores que afetam a acumulação em plantas**. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales03_CETESB_Final.pdf>. Acesso em: 27 maio 2016.

MORAES, A. C. R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. São Paulo: Annablume, 2.ed. 2005.

MOTA, S. dos S. **A tartaruga-da-Amazônia da Lagoa Grande de Porangatu como elemento de educação ambiental**. 2009. 74f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Goiás, 2009.

NASCIMENTO, K. **Água: bem finito e cada vez mais valioso**. Brasília: Editora da Revista Brasil Sempre, 2007.

ODUM, H. T. Enmergy in ecosystems. In: _____. **Environmental Monographs and Symposia**. John Wiley, NY: N. Polunin, 1986. p.337-369.

OLIVEIRA, F. F. G. de; LUZ, E. R. da. O uso de produtos cartográficos temáticos como suporte no entendimento das derivações geomorfológicas e ambientais no município de Porangatu/GO. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, 2006. **Anais...** Goiânia: 2006.

OTTAWAY, J.H. Poluição do solo. In: OTTAWAY, J.H. **Bioquímica da poluição**. São Paulo: Pedag. Univers/EUSP, 1982. p. 46-60.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v.1, n.1, p.20-36, 2004.

PINHO, A. G. **Estudo da qualidade das águas do Rio Cachoeira – Região Sul da Bahia**. 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2001.

RODRIGUES, I.; RODRIGUES, T. P. T.; FARIAS, M. S. S. de; ARAÚJO, A. de F. Diagnóstico dos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas na margem do Rio Sanhauá e Paraíba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.5, n.8, 2009.

SILVA, E. M. da; DIAS, M. A. C. **Depois da terra, a luta para permanecer: o caso do assentamento Samurai nos municípios de Porangatu/GO e Mutunópolis/GO**. 2007. 65f. Trabalho de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Goiás, Porangatu, 2007.

SILVA, G. P. da; FALCÃO, M. T.; BARBOSA, M. A. F. O caso e o descaso o patrimônio cultural da cidade de Boa Vista – RR. **Revista de Cultura e Turismo**, a.5, n.2, p.61-75, ago. 2011.

SILVA, L.B.C. **Avaliação espaço-temporal de metais tóxicos no Rio Paraíba do Sul e Rio Imbé por meio de plantas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Aguapé), séston e sedimento**. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SOARES, W. dos S. **Configuração sócio-espacial de Porangatu/GO**. 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiânia/ IESA, Goiânia, 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003. 247p.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

WHO. **Seguridad Química para el Desarrollo Sostenible**. Acto paralelo sobre metales pesados 23 de septiembre de 2006. Disponível em: <http://www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/abstract_sp.pdf?ua=1>. Acesso em: 29/05/2016.

ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C.; GONÇALVES, S. M. R. Caracterização e tratamento do efluente das estações de piscicultura. **Revista UNIMAR**, v.19, n.2, p.537-548. 1997.