

I-259 - COLÓIDE OU MUCILAGEM? ESTUDO DE CASO: ETA JAIME CÂMARA

Luciana de Sousa Melo Machado⁽¹⁾

Técnica em Saneamento. Bióloga. Especialista em Saúde Pública. Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente. Responsável Técnica pela produção de água da Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara da Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO). Professora na Uni-Evangélica no curso de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental.

Wilma Gomes da Silva Carmo⁽²⁾

Técnica em Saneamento. Bióloga. Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente. Trabalha na Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara da Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO).

Carlos Roberto Alves dos Santos⁽³⁾

Técnico em Saneamento. Biólogo. Mestre em Ecologia. Professor na PUC Goiás no curso de Pós-graduação em Perícia Ambiental. Gerente do Controle de Qualidade do Produto e Proteção de Mananciais da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Sílvia Moreira dos Santos⁽⁴⁾

Técnica em Saneamento. Bióloga. Mestre em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável. Trabalha no Laboratório de Hidrobiologia da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO). Professora na Secretaria Estadual de Educação de Goiás.

Cláudia Alves de Souza⁽⁵⁾

Bióloga. Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária. Trabalha no Laboratório de Hidrobiologia da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Endereço⁽¹⁾: Rua 74 nº 240 aptº 903 – Torre Paz, Jardim Goiás Goiânia - GO - CEP: 74.810-380 - Brasil - Tel: (62) 3269-9854 e-mail: lmachado@saneago.com.br.

RESUMO

Estudo realizado na cidade de Goiânia, Goiás, Centro Oeste brasileiro. O objeto de estudo foi a água captada para abastecimento público, durante o período de janeiro a abril de 2015. O objetivo do trabalho foi avaliar os impactos provocados na tratabilidade da água decorrentes da presença de material mucilaginoso na captação de água bruta que abastece a Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara. Realizou-se os ensaios de tratabilidade da água, análises físicas, químicas e hidrobiológicas. Nos ensaios de tratabilidade da água, concluiu-se que os coagulantes à base de alumínio foram os que resultaram melhores eficiências. A utilização do pré oxidante Hipoclorito de Sódio, resultou na formação de flocos mais leves, dispersos e de difícil sedimentação, ação semelhante na planta da ETA. Mesmo com baixa turbidez, houve maior produção de sólidos. Caracterizando um lodo mais encorpado, grosso, não missível, de difícil remoção manualmente, com umidade aferida em laboratório em torno de 13%. As principais espécies de cianobactérias encontradas na captação do Ribeirão João Leite no período amostrado, foram: *Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg et Komárek 1994, *Cyanodictyon* sp.1, *Planktolynghya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová et Cronberg 1992, *Radiocystis* sp.1.

PALAVRAS-CHAVE: Tratabilidade de água, material mucilaginoso, cianobactérias, qualidade de água.

INTRODUÇÃO

Os principais indicadores da qualidade da água são separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos. Grandes ou pequenas mudanças nestes indicadores no manancial de captação, que é a primeira unidade do sistema de abastecimento de água, são reflexos da ocupação da bacia hidrográfica, afetam diretamente a tratabilidade da mesma, bem como a operação da estação de tratamento de água (ETA).

Geralmente a escolha do manancial, dependendo do grau de comprometimento, poderá afetar os custos operacionais e a escolha de tecnologias para potabilização, que na maioria das vezes é realizada em ETAs do Tipo Completo - coagulação, floculação, decantação/flotação, filtração, desinfecção e fluoretação (Di Bernardo, 2008). Atendendo as legislações específicas que referem-se aos padrões para consumo humano, no caso do Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011.

O Ribeirão João Leite é um dos principais mananciais de abastecimento público para a cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás e região metropolitana, onde 49% da população são atendidas por este recurso hídrico. O Ribeirão João Leite faz parte da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte.

Este recurso hídrico passou por um barramento (Dezembro de 2009), com o objetivo de regularizar e garantir o volume de água, cuja a finalidade é exclusivamente para o abastecimento público para a cidade de Goiânia e municípios próximos à região metropolitana.

Quando da sucessão e evolução durante o enchimento decorreram em mudanças das características da água bruta, tanto no curso natural do rio a jusante quanto do barramento do mesmo, citamos: redução da correnteza, aumento das condições de águas paradas, redução do oxigênio dissolvido, grandes massas de vegetação e baixa turbulência, ocorrendo aumento da cor, devido a capacidade solvente da água com a atividade da matéria orgânica sedimentada no fundo do lago em formação e a melhora na turbidez, parâmetro este fundamental na operacionalidade da ETA (Tundisi, 2008).

O incremento das atividades humanas pontuais ou difusas contribuem para o enriquecimento artificial principalmente dos nutrientes como nitrogênio e fósforo, aliados a destruição da mata ciliar dos mananciais de recargas poderá provocar o fenômeno de eutrofização, que como consequência destaca-se a proliferação de organismos fitoplancônicos, como a cianobactérias que são os organismos mais frequentes em florações em águas. Estes seres apresentam características que fazem ser vantajosos sobre os demais grupos, como: bainha de mucilagem, aerótopos, são fixadoras de nitrogênio, dentre outras (Tundisi, 2008).

As florações de cianobactérias podem ser de dois tipos: “scums” ou natas, que apresentam elevada concentração de clorofila a, duração de poucas horas ou dias e espessura de poucos milímetros e as “hyperscums” com massa flutuante de células de espessuras variando de 50 e 75 cm, densamente compactada que impede o movimento da água entre as células, pode variar de semanas a meses (Cetesb, 2013).

Durante o período, notou-se a presença de mucilagem na água captada, fato que muito interferiu nos processos de tratabilidade da água na ETA Jaime Câmara. Os operadores de sistemas observaram o aumento do número de lavagem dos filtros com a redução da carreira de filtração, que anteriormente eram em média de 12 horas, passando para 4 horas em cada unidade filtrante.

Mediante esta complexidade, algumas ações investigativas foram executadas de forma a otimizar a tratabilidade da água.

Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos provocados na tratabilidade da água decorrentes da presença de material mucilaginoso na captação de água bruta que abastece a Estação de Tratamento de Água (ETA) Jaime Câmara.

MATERIAIS E MÉTODOS

Captação de água

A atual captação é formada por uma barragem de nível e tomada de água do Ribeirão João Leite em canal aberto, possuindo duas caixas de areia, cinco poços de sucção e elevatória de água bruta com cinco conjuntos motor bombas de eixos horizontal, acionadas por motores elétricos com vazões que variam de 550 a 2.200 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dependendo da combinação do funcionamento dos conjuntos motores bombas, que se interligam em uma adutora conduzindo a água até a ETA Jaime Câmara.

Atualmente a água bruta captada é a somatória entre a contribuição de água a jusante do barramento do Ribeirão João Leite e trecho com extensão de 22 km percorrido em área urbana.

ETA Jaime Câmara

Localiza-se na região norte da cidade de Goiânia, Goiás, em uma área totalmente urbanizada. O tratamento é do tipo ciclo completo com aplicação dos seguintes produtos químicos: carvão ativado em pó (adsorvente), hipoclorito de sódio (pré-oxidante), sulfato de alumínio, cloreto férrico e/ou policloreto de alumínio (coagulantes), polieletrólito (auxiliar de coagulação), ácido fluossilícico (fluoretação), cloro gás (desinfecção), ortopolifostato (complexador de íons metálicos) os quais são dosados por meio de bombas dosadoras e injetores de cloro. A vazão da ETA é de no máximo 2.200 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, com regime de funcionamento de 24 horas. É composta com 14 filtros de filtração descente rápida, com carreiras de filtração em torno de 12 horas.

Fatos Ocorridos

Durante a operação notou-se a presença de mucilagem na água captada, fato que muito interferiu nos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração na tratabilidade da água, uma das interferências foi a reação com Hipoclorito de Sódio, que tornava os flocos menos densos, impactando negativamente no processo de decantação.

Embora a água bruta captada durante o período deste evento não apresentou alterações significativas com relação às suas características físicas e químicas, foi necessário compor novas ações de controle no tratamento, para continuidade da produção de água tratada dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios mensais dos parâmetros físico-químicos no quadrimestre de 2015 na água captada

Parâmetros Físico-Químicos da Água Bruta				
Parâmetros	Jan/15	Fev/15	Mar/15	Abr/15
pH	7,62	7,56	7,49	7,49
Temperatura (° C)	26,70	25,89	25,54	26,10
Turbidez (uT)	17,96	26,08	32,22	29,90
Cor aparente (uH)	42,13	63,37	83,18	71,14
Alcalinidade ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	51,00	52,00	51,00	51,00
O ₂ consumido ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{O}_2$)	1,60	1,60	1,50	2

Fonte: Relatórios Operacionais da ETA Jaime Câmara (SANEAGO,2015).

Se os parâmetros físico e químicos estão dentro do esperado, sugerem-se verificar os indicadores de qualidade biológica, entre elas as comunidades fitoplanctônicas, principalmente o grupo de algas e cianobactérias e seus metabólicos.

Em ambientes lânticos ocorrem consideráveis populações de cianobactérias, nestes locais considera-se a heterogeneidade espacial e temporal de sua distribuição para fins de amostragem, (parte da água captada é da Barragem do Ribeirão João Leite, já que está localizada à montante da atual captação).

Em contrapartida, em sistemas lóticos, mesmo com poucas condições ideais para a ocorrência de cianobactérias e formação de florações, podem estar presentes aderidas em substratos nestes ambientes. A confirmação de cianobactérias pode estar associada a fontes externas, como barramentos a montante, despejos domésticos (parte da água captada tem muitas contribuições externas, que representam 22 Km de extensão, entre jusante da Barragem do Ribeirão João Leite até ser captada na barragem de nível).

Assim, é realizado o monitoramento das cianobactérias e cianotoxinas conforme as legislações vigentes (Ministério da Saúde - Portaria 2914/2011 e CONAMA - Resolução 357/2005).

Inspeção nas unidades de tratamento da ETA Jaime Câmara

Em inspeção visual, evidenciou-se grande acúmulo de substratos aderidos às paredes das unidades da calha parshal, canais, floculadores (hidráulicos e mecânicos), decantadores e filtros. A presença de substratos potencializam a permanência e a proliferação de cianobactérias (coloração verde e marrom) e, evidentemente, seus metabólicos (cianotoxinas, mucilagem, geosmina, 2-Metil Isorborniol, matéria orgânica) impactando negativamente em todo processo da tratabilidade da água.

RESULTADOS

Indicadores Biológicos na atual captação do Ribeirão João Leite

Cianobactérias

Na Figura 1 observa-se a distribuição das cianobactérias no primeiro quadrimestre de 2015. Os valores encontrados no período estão acima do recomendado pela Resolução 357 do CONAMA/2005, na maioria do período avaliado.

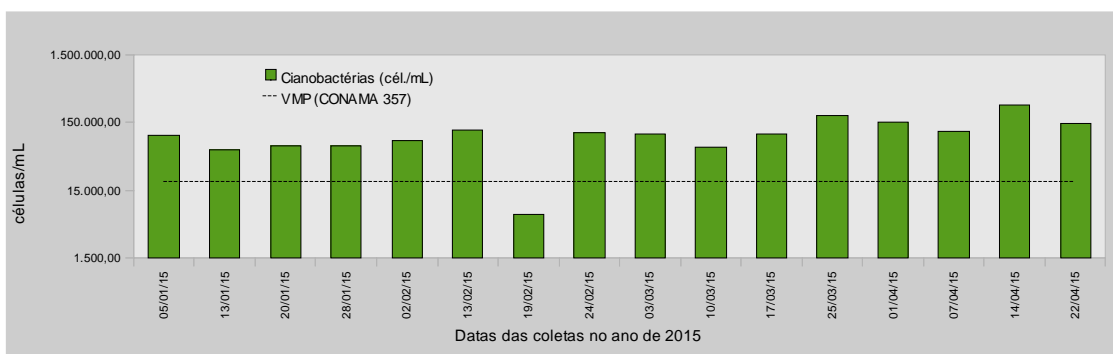


Figura 1. Valores de Cianobactérias na captação do Ribeirão João Leite Janeiro a Abril de 2015

Espécies encontradas de cianobactérias na captação do Ribeirão João Leite

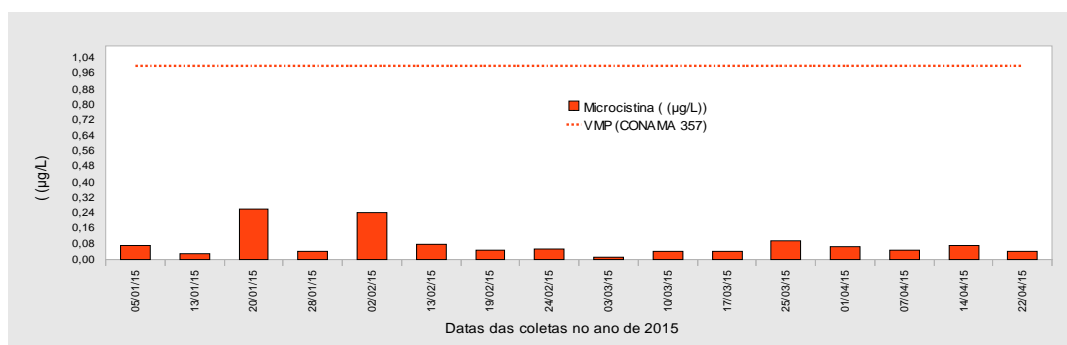
As principais espécies de cianobactérias encontradas na captação do Ribeirão João Leite no período amostrado, foram: *Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg et Komárek 1994, *Cyanodictyon* sp.1, *Planktolynghya limnética* (Hermanníea) Komárková-Legnerová et Cronberg 1992, *Radiocystis* sp.1.

Geralmente os indivíduos são unicelulares, podem ter formas muito variadas, desde arredondas, oblongas e elípticas, até cilíndrico-alongadas, fusiformes e piriformes. As células podem ou não apresentar envelope mucilaginoso (formado por polissacarídeos excretados pelas células). A mucilagem colonial pode ser homogênea ou estratificada; opaca ou hialina; incolor ou amarelada, castanha ou avermelhada. E ainda em biofilmes: que são comunidades com alto grau de organização, na qual os organismos formam comunidades estruturadas, coordenadas e funcionais. Estas comunidades encontram-se embebidas em matrizes poliméricas produzidas por elas mesmas. A associação dos organismos em biofilmes constituem uma forma de proteção ao

seu desenvolvimento, favorecendo relações simbióticas e permitindo a sobrevivência em ambientes hostis (Sant'Ana et al, 2006).

Microcistina

Como muitas espécies de cianobactérias são potencialmente tóxicas, seu controle em mananciais torna-se medida fundamental. Assim a Portaria MS 2914/2011, relativa às normas de qualidade para água de consumo humano, estabelece que os responsáveis por estações de tratamento de água devem realizar o monitoramento de cianobactérias e o controle de cianotoxinas nos mananciais. E a resolução 357 do CONAMA/2005 recomenda o monitoramento das células de cianobactérias para o enquadramento e classificação dos cursos d'água. Na Figura 2, observa-se que os valores de microcistina na captação do Ribeirão João Leite está abaixo

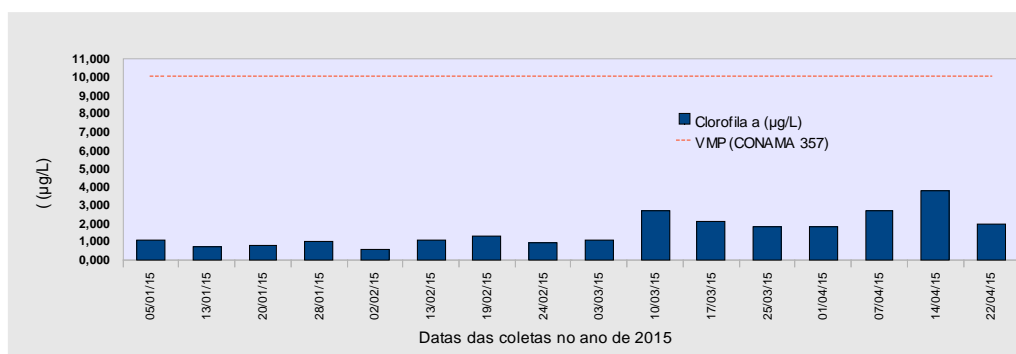


do valor máximo permitido pela referida resolução.

Figura 2. Valores de Microcistina na captação do Ribeirão João Leite Janeiro a Abril de 2015

Clorofila "a"

A clorofila "a" é um parâmetro que, aplica-se a programas de monitoramento e levantamento ecológico, permitindo demonstrar o potencial orgânico local em termos de biomassa algal por clorofila "a" e o grau de eutrofização de um ambiente aquático. É de grande importância em estudos de produtividade primária, bem como em estudos de poluição orgânica ou industrial. Utiliza-se nas interpretações de várias análises físico-químicas e vice versa. É uma metodologia simples. Na Figura 3, observa-se que os valores de Clorofila "a" na captação do Ribeirão João Leite está abaixo do valor máximo permitido pela Resolução 357/2005 do CONAMA. É importante salientar que houve aumento deste parâmetro a partir da coleta ocorrida no dia



10/03/2015.

Figura 3. Valores de clorofila 'a' na captação do Ribeirão João Leite Janeiro a Abril de 2015

Lodo Gerado nos decantadores na ETA Jaime Câmara

Paralelamente ao aumento de lavagens dos filtros, que estavam colmatando facilmente, houve a necessidade de diminuir o período entre as limpezas dos decantadores, isto deve-se ao fato de grande acúmulo de resíduos gerados. Para programação de lavagem dos mesmos, o parâmetro de avaliação era o período sazonal (chuva e seca), na chuva, média de 15 dias e na seca, 22 dias os intervalos de manutenções destas unidades. Com a mudança das características da água bruta, houve uma maior formação de lodo sedimentado e com formas totalmente atípicas do então formado ao longo do histórico desta unidade de tratamento, como pode ser evidenciado nas Figuras 4 (condições anterior ao evento) e 5 (dias atuais ao evento).



Figura 4. Lodo produzido anterior a mudança da qualidade da água bruta



Figura 5. Lodo produzido posterior a mudança da qualidade da água bruta

Características do Lodo

Para efeito de avaliação foram processadas análises de sólidos no lodo do decantador nº 5, embora a associação dos parâmetros turbidez e sólidos sejam positiva, eles não são equivalentes, evidenciando que a água da captação do Ribeirão João Leite mesmo com turbidez baixa apresentou uma carga de sólidos considerada no período.

Machado e Carmo (2007), estudando este mesmo lodo no ano de 2007, observaram que em amostras coletadas no intervalo de limpeza em 21 dias para este mesmo decantador, com turbidez média de 25,81 uT os valores encontrados da série de lodo foram bem diferenciados, como observa-se na Tabela 2. As características visuais do lodo, é de um material encorpado, grosso, não miscível, de difícil remoção manualmente com umidade aferida em laboratório de 13%.

Tabela 2. Série de sólidos no decantador nº 5 da ETA Jaime Câmara

Série de Sólidos	Machado e Carmo (2007)	Amostra do período (Situação Atual)
Totais (mg/L)	50.875,00	910.000,00
Fixos (mg/L)	36.835,00	689.841,00
Voláteis (mg/L)	14.041,00	220.159,00

Ensaio de Jarros

Observou-se uma modificação nos flocos: coagulação e floculação instantâneas, filamentosos e leves. No intuito de encontrar uma melhor tratabilidade para água que ora apresenta características bem atípicas, foram realizados alguns testes com diferentes dosagens de coagulantes, auxiliar de coagulação, alcalinizantes e pré oxidante (cloro), os resultados dos testes realizados em bancada.

CONCLUSÕES

Com os ensaios de bancada, concluiu-se que os coagulantes à base de alumínio foram os que resultaram melhores eficiências, tanto o Sulfato de Alumínio quanto o Policloreto de Alumínio. A utilização do pré oxidante Hipoclorito de Sódio, resultou a formação de flocos mais leves, dispersos e que não sedimentaram, ação semelhante na planta, este fato motivou a suspensão da dosagem do mesmo;

Na maioria dos ensaios de jar test, houve uma rápida (em torno de 3 minutos) e boa sedimentação dos flocos filamentosos, sendo que os remanecentes ficaram aderidos às paredes dos jarros ou na superfície;

Este MATERIAL MUCILAGINOSO presente nas amostras de águas coletadas, sugere sendo características próprias de origem algal, além de outras contribuições de origem autóctone (estabilização da matéria orgânica) ou alóctone (contribuição da bacia hidrográfica);

Na realização dos ensaios de jar test, bem como na produção de água durante os meses em a água contém este material mucilaginoso, é notório e necessário um incremento nas dosagens dos coagulantes e demais produtos químicos utilizados no tratamento;

Argila Bentonítica – com dosagem de 15 mg/L houve uma excelente remoção de turbidez (96,92%) e boa remoção de cor aparente (83,27%), com água bruta (turbidez 13 uT e cor aparente 52 uH), como coagulante o Sulfato de Alumínio (18mg/L), porém ainda resultou em flocos filamentosos e muitos deles presos à mucilagem na superfície do jarro;

Geocálcio – com dosagem de 6 mg/L obteve-se eficiências de 95% e 95,87% de remoção de turbidez e 90,96% e 86,42% de remoção de cor aparente, quando combinado com os coagulantes Sulfato de Alumínio (24 mg/L) e Policloreto de Alumínio (2,5 mg/L), respectivamente. Para água bruta com turbidez 13 uT e cor aparente 52 uH.

CONSIDERAÇÕES / AÇÕES / SUGESTÕES

- a) Aumento na quantidade de limpeza dos filtros;
- b) Manutenção (limpeza) dos decantadores em espaço de tempo mais curto (semanalmente);
- c) Suspensão da utilização do Hipoclorito de Sódio como pré oxidante;
- e) Redução da vazão de tratamento;
- f) Reposição de material filtrante;
- g) Monitoramento efetivo nas análises físicas, químicas e fitoplantônicas (algas, cianobactérias, clorofila a, feofitina e cianotoxina);
- h) Continuidade das pesquisas de tratabilidade;
- i) Necessidade de avaliação operacional de funcionalidade dos filtros (individualmente);
- j) sugere-se ainda, estudo de implantação de flutuadores como barreiras mecânicas e remoção das macrófitas, espumas e natas (mucilagem) da fonte de abastecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22th Ed. Washington S.C. 2012.
2. BRASIL. *Normas e Padrões de Potabilidade das Águas destinadas ao consumo humano. Normas Regulamentadoras Aprovadas pela Portaria nº 2.914* – Diário Oficial (da República Federativa do Brasil) Brasília, 2011.
3. BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): Resolução N° 357* - Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Brasil. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil) Brasília, 2005.
4. CARMO, W.G.S., MACHADO L.S.M., SIQUEIRA, E.Q. *Características do Lodo de ETA. Caso: Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara em Goiânia, Goiás*. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife: 2009
5. CARVALHO, M.C. et al, *Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais*, CETESB: São Paulo, 2013.
6. DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L.P. *Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água*. Vol I e Vol II. LDiBe: São Carlos, 2008, 1529p.
7. RABELO, C. G. *Mapeamento de áreas vulneráveis para a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite (GO) utilizando técnicas de geoprocessamento*. Dissertação (Mestrado) – UFG, Goiás, Goiânia, 2009.
8. SANT'ANNA,C.L.; AZEVEDO, M.T.P. *Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras*, Rio de Janeiro, 2006.
9. TUNDISI, J.G., TUNDISI, T.M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 96-100p.
10. UTERMÖL, H. *Zur Vervollkommung der Quantitativew Phytoplankton metodik. Mitteilugen der Internationalen Vreinigung für theorestische und angewandle limnologie*, Stuttgart, V.9. 1958.