

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO RESERVATÓRIO DE TAIACUPEBA, MOGI DAS CRUZESSP, SOB O ASPECTO DA SAÚDE, ENTRE 2009 E 2013.**QUALITY EVALUATION OF THE RESERVOIR TAIACUPEBA, MOGI DAS CRUZES-SP, UNDER THE ASPECT OF HEALTH, BETWEEN 2009 AND 2013.**

Regina de Oliveira Moraes ARRUDA¹; Moisés Almeida dos SANTOS²; Henara Patrícia Agard Feitosa VIPPER²; Marcos de Souza Rocha³

Resumo: Como consequência da degradação do meio ambiente e a contaminação das águas o processo de eutrofização é um dos principais fatores responsáveis pela redução na qualidade das águas para abastecimento humano, devido ao acúmulo de nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio nos corpos d'água. A eutrofização favorece as florações de cianobactérias que produzem metabólitos secundários bioativos com altas propriedades tóxicas que podem afetar a saúde pública do país. O objetivo foi avaliar a qualidade da água do reservatório Taiapuêba, Mogi das Cruzes, SP, verificando a presença cianobactérias e coliformes termotolerantes/ *Escherichia coli*, indicadores biológicos da qualidade da água importantes para a saúde pública. Foi realizada a coleta de informações nos relatórios da CETESB, no reservatório Taiapuêba, referente ao período 2009 - 2013. Com os dados obtidos foi realizada a correlação entre as informações de cianobactérias com os aspectos de uso da terra e urbanização, para a verificação das informações. Quanto ao parâmetro número de cianobactérias no reservatório Taiapuêba, no período entre 2009 e 2013, apresentou uma tendência de aumento inclusive com valores superiores ao limite de 20.000 cel/mL, determinado pelo CONAMA, o parâmetro *E.coli* quase na totalidade esteve dentro do padrão. Dentre os parâmetros estudados o que é mais preocupante é o número de cianobactérias, que tem apresentado tendência de crescimento, sendo que no ano de 2013 tivemos todos os valores acima do limite de 20.000 cel/mL. Esse crescimento deve estar relacionado à eutrofização do reservatório.

Abstract: Because of the environment degradation and water, contamination process of eutrophication is one of the main factors responsible for the reduction in the quality of water for human consumption due to the accumulation of nutrients rich in phosphorus and nitrogen into bodies of water. Eutrophication favors cyanobacteria that produce bioactive secondary metabolic with high toxic properties that may affect the public health of the country. The objective was evaluating the water quality of the reservoir Taiapuêba, Mogi das Cruzes, SP, verifying the presence of cyanobacteria and coliform / *Escherichia coli*, biological quality indicators relevant for public health water. Collecting information in the reports was performed by CETESB in Taiapuêba reservoir for the period between 2009 - 2013. Using the data obtained correlation between cyanobacteria information with land use and urbanization aspects, for verification of the information was held. Regarding the parameter number of cyanobacteria in the reservoir Taiapuêba in the period between 2009 and 2013, shows an increasing trend even with the upper limit of 20,000 cells / mL values, determined by CONAMA, *E.coli* parameter was almost entirely within the standard. Among the studied parameters that is more worrying is the number of cyanobacteria, which has shown an increasing trend, whereas in 2013 we had all values above the limit of 20,000 cells / mL. This growth should be related to eutrophication of the reservoir.

Palavras-chave: Cianobactérias. Toxina. Saúde Pública. Reservatório Taiapuêba.

Keywords: Cyanobacteria. Toxin. Public Health. Reservoir Taiapuêba

1 - Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos. E-mail: rarruda@prof.ung.br

2 - Discente do Curso de Farmácia da Universidade Guarulhos. E-mail: moisesalmeidadosantos@hotmail.com; henara_jolli@yahoo.com.br

3 - Discente do Mestrado em Análise Geoambiental (MAG)

INTRODUÇÃO

A água potável não está disponível igualmente para todas as pessoas em muitas sociedades; um quinto da população mundial (1,1 bilhão de pessoas) não possui acesso a ela. Em países desenvolvidos, as políticas sanitárias conseguem atender uniformemente as necessidades das suas populações, por meio de sistemas coletivos de distribuição, levando água potável para todos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água. As principais doenças que infectam a população são a gastroenterite, cólera, febre tifoide, hepatite A e E, poliomielite, leptospirose, giardíase, entre outras. Com o rápido crescimento da população, o acelerado avanço no processo de industrialização e as mudanças climáticas globais, a água está se tornando um bem cada vez mais escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (ONU, 2006).

Como consequência da degradação do meio ambiente e a contaminação das águas, o processo de eutrofização é um dos principais fatores responsáveis pela redução na qualidade das águas para abastecimento humano, devido ao acúmulo de nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio nos corpos d'água (SCORSAFAVA et al., 2011).

Despejos domésticos, industriais e chorume proveniente de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos são fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas, promovendo a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês, também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente (FERNANDES et al., 2009).

Andrade et al. (2009), argumentam que entre os organismos fitoplanctônicos, as cianobactérias apresentam vantagens de valores de pH entre 6 a 9, concentração elevada de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e estabilidade da coluna d'água, podem promover as chamadas florações, capazes de liberar para o meio

metabólitos secundários tóxicos conhecidos como cianotoxinas.

As florações de cianobactérias causam impactos sociais, econômicos e ambientais principalmente pela produção de metabólitos secundários bioativos com altas propriedades tóxicas que podem afetar a saúde pública do país (QUEIROZ et al., 2012)

Em corpos d'água utilizados para abastecimento humano, as florações são definidas em termos do número de células que passam a ser impróprio e/ou perigoso para populações humanas, sendo estes a partir de 10×10^3 cél.mL⁻¹ ou 20×10^3 cél.mL⁻¹ (ANDRADE et al., 2009)

A proliferação das cianobactérias em águas de consumo público e suas toxinas é um assunto que merece a devida atenção de pesquisadores e autoridades sanitárias, pois a sua importância não se restringe apenas à capacidade potencialmente invasora dessas algas, abrangendo também a saúde pública, o meio ambiente e o setor econômico com perdas significativas em campos essenciais à sobrevivência do homem, como o da pecuária, pesca e agricultura entre outros além dos altos custos no tratamento da água (BONNET; FERREIRA; LOBO, 2008).

Müller, Raya-Rodriguez e Cybis (2010), escrevem que a partir da consideração que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas e que o controle da poluição está diretamente relacionado à proteção da saúde e à melhoria da qualidade de vida, foi estabelecida a legislação ambiental resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2005). Essa resolução, que “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” (BRASIL, 2005), também considera o número de células de cianobactérias como um parâmetro a ser avaliado.

Com isso, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do reservatório Taiçupeba, Mogi das Cruzes, SP, verificando a presença cianobactérias e coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, indicadores

biológicos da qualidade da água importantes para a saúde pública.

Coletar os dados relativos ao IQA (índice de qualidade de água), coliformes totais/*E. coli* e cianobactérias no ponto 06 PEBA00900, da Represa Taiaçupeba, Município de Mogi das Cruzes, SP, no período entre 2009 e 2013.

Relacionar a qualidade da água do reservatório com o uso da terra da Bacia Alto Tietê Cabeceiras.

ÁGUA E SAÚDE PÚBLICA

No Brasil o controle de qualidade da água de consumo humano tornou-se uma ação de saúde pública a partir da década de 1970, quando da publicação da Portaria nº 52 Bsb 77 do Ministério da Saúde que instituiu a norma de potabilidade em todo o território nacional. Porém a efetivação só ocorreu com a criação do Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde em 1999, e da publicação da Portaria nº 1.469 em 2000 (ALVES, 2012).

A Portaria MS n. 518 de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004), que foi revogada pela Portaria MS 2.914/1 (BRASIL, 2011), foi que inicialmente estabeleceu os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), o subsistema que cuida da vigilância da qualidade da água para consumo humano é o VIGIÁGUA (PROGRAMA ÁGUA AZUL, 2014).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) é a instituição que acompanha e recomenda os valores dos estudos toxicológicos realizados em todo o mundo e publicados em diferentes revistas e eventos científicos especializados no tema. Todas as normas de potabilidade no Brasil seguem basicamente os padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde no *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Estima-se que cerca de 10 % da carga global de doenças seja devida à má qualidade da água e a deficiências na disposição de excretas e na higiene. Quase 90 % dos cerca de 4 bilhões de episódios anuais de diarreia, em todo o mundo, (que causam 1,5 milhões de mortes em menores de cinco anos) são atribuídos a deficiências no esgotamento sanitário e na provisão de água de boa

qualidade. Por outro lado, sabese que até 94 % dos casos de diarreia são passíveis de prevenção (ONU, 2006).

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, seguindo as diretrizes da Organização Mundial da Saúde, determina que se monitore o aumento de cianobactérias nos mananciais superficiais e na água tratada quando for o caso (BRASIL, 2004).

Os subprodutos das florações de cianofíceas interferem negativamente na saúde pública devido à síntese de compostos altamente tóxicos e carcinogênicos. Existem na literatura inúmeros relatos de casos de intoxicação humana e mortandade de animais domésticos e silvestres, em diversas partes do mundo, como consequência do consumo de água contaminada com cianotoxinas. No Brasil, em 1996, cerca de 70 pacientes morreram após uma intoxicação com metabólitos tóxicos de cianofíceas, via água utilizada nos aparelhos de uma clínica de hemodiálise na cidade de Caruaru, Pernambuco. Casos de intoxicações em humanos também foram identificados em 1930, nos EUA, com aproximadamente 10.000 pessoas apresentando sinais de intoxicação como distúrbios gastrointestinais, e na Austrália 150 pessoas hospitalizadas apresentaram hepatoenterite. (SÁ et al., 2010)

QUALIDADE DE ÁGUA

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como parâmetro de avaliação para qualidade da água e dimensão de impactos ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar aquática, e por esse motivo é regente da produtividade dos elos seguintes da cadeia. Dentro desta comunidade estão as cianobactérias, que são micro-organismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde, e cuja ocorrência em grande número está relacionada à mortandade de animais (ALVES, 2012). A floração de microalgas está relacionada com a frequência, o tipo e as dosagens dos fertilizantes e são as principais causadoras da perda

da qualidade da água, por reduzirem a transparência ou os níveis de oxigênio na coluna de água e no sedimento dos viveiros com circulação restrita. A predominância das cianobactérias é consequência da queda do nitrogênio decorrente da absorção por estas algas. Paralelamente, os níveis de fósforo vão aumentando e a relação Nitrogênio/Fósforo (N/P) diminuem favorecendo ainda mais as cianobactérias. Mesmo com os níveis baixos de nitrogênio, as cianobactérias continuam se proliferando, pois têm a capacidade de absorver nitrogênio atmosférico, sobressaindo-se em relação às outras microalgas (ALVES, 2012). Efluentes domésticos, industriais e de outras fontes, bem como detergentes e fertilizantes agrícolas, agrotóxicos, substâncias tóxicas, fezes e urina de animais, modificam a química das águas, pois elevam a concentração de nutrientes como nitritos, nitratos, amônia, nitrogênio, e fosfatos propiciando um enriquecimento dos sistemas aquáticos. A eutrofização associada a outros fatores como aumento da temperatura da água entre 15 e 30° C, pH de 6 a 9, evaporação nos períodos de estiagem e luminosidade elevadas estimulam as florações de algas observando-se uma camada verde e gelatinosa sobre as águas além de odor e sabor desagradáveis. Num primeiro momento, se produz oxigênio, mas logo a camada superficial gelatinosa impossibilita que a energia luminosa penetre nas camadas inferiores do corpo hídrico. Consequentemente as cianofíceas morrem sendo decompostas por bactérias provocando desde o consumo do oxigênio da água, até a produção de toxinas e morte dos peixes entre outros seres aquáticos culminando também na morte daquele sistema aquático. Por fim, a urbanização acelerada ocasiona a eutrofização, comprometendo a qualidade da água assim como altos custos no tratamento das águas. (MÜLLER et al., 2010; SÁ et al., 2010; CORDEIRO-ARAÚJO, 2010; BARAN, 2013)

IQA (Índice De Qualidade Da Água)

O IQA (Índice de Qualidade de Água) constitui-se da integração de variáveis físicas (temperatura, turbidez e resíduo total), químicas (pH, nitrogênio amoniacal, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio – DBO e oxigênio dissolvido), e microbiológicas

(coliformes termotolerantes/ *Escherichia coli*) que refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgoto doméstico. (PIASENTIN et al., 2009)

Coliformes termotolerantes / *Escherichia coli*

Os coliformes termotolerantes que são indicadores microbiológicos nos testes de qualidade da água pertencem a um subgrupo de microrganismos e são exclusivamente do trato intestinal. Sua presença determina a origem fecal da contaminação, indicando risco da presença de outros microrganismos patogênicos. Existem métodos rápidos, simples e padronizados para sua determinação nos testes para avaliação da qualidade da água, e, se necessário, faz-se a diferenciação para *E. coli*. (BRASIL, 2005; CETESB, 2009).

Segundo a resolução Conama N° 357, de 17 de março de 2005, coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas. São capazes de crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 – 45 °C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, estão presentes em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal. Na legislação brasileira, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas a abastecimento, recreação, irrigação (BRASIL, 2005; CETESB, 2009).

Como representante principal deste grupo, tem-se a *Escherichia coli* que é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes, cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, é de origem exclusivamente fecal, estando presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2009).

IAP (Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público)

O Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público (IAP) é o produto da ponderação dos resultados do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como substâncias tóxicas. Neste índice é avaliada a quantidade de cianobactérias, pois esses organismos produzem metabólitos potencialmente tóxicos (CETESB, 2009).

Cianobactérias

As cianobactérias são organismos que possuem características tanto de bactérias como de algas, ou seja, algas procaríotas, sendo também conhecidas como cianofíceas ou algas azuis. Essas eubactérias unicelulares, já que não possuem um núcleo verdadeiro, podem ser coloniais ou filamentosas podendo ser encontradas em ecossistemas aquáticos continentais, estuarinos e marinhos. As florações dependem da disponibilidade de nitrogênio e fósforo e de condições de temperatura e pH nas águas (CHAVES, 2009).

Muitas espécies de cianobactérias podem se acumular nas superfícies das águas num crescimento explosivo, fenômeno denominado floração ou “*blooms*” devido a certas circunstâncias como temperatura, pH, abundante aporte de nutrientes nas águas entre outros. Em razão do crescimento populacional e do aumento da produção agrícola e industrial, as cargas poluentes nas águas ocorrem com mais frequência causando a eutrofização dos corpos hídricos e a proliferação massiva de cianofíceas. Graves problemas econômicos e de saúde pública são deflagrados pelas florações de cianobactérias em reservatórios de água empregados no abastecimento populacional (MÜLLER et al., 2010; SÁ et al., 2010; CORDEIRO-ARAÚJO, 2010; MATTHEW et al., 2010). Segundo Chaves (2009), o simples contato com a água poderá causar problemas de toxicidade, quando se trata de cianobactérias em concentrações superiores a 15.000 células/mL.

Nestes casos, os banhos em águas contaminadas com substâncias tóxicas podem resultar em dermatites, vermelhão ocular e labial, feridas na garganta, asma e tonturas. A ingestão de água contaminada poderá originar queixas hepáticas, paralisia de músculos esqueléticos e respiratórios (*Anabaena* sp.), respiração e contração muscular irregular (espécies de *Aphanizomenon* sp.), fraqueza, vômitos, extremidades frias, diarreia, respiração pesada e morte devido a choque circulatório (*Microcystis* sp.).

Toxinas

Florações de cianobactérias em crescimento, em mananciais utilizados para abastecimento tornaram-se uma preocupação global, devido à produção de compostos com potencial tóxicos e carcinogênicos. Microcistina-LR (hepatotoxina) ocasiona o tipo mais comum de intoxicação por cianobactérias, podendo causar danos severos ao fígado (MÜLLER et al., 2010; SÁ et al., 2010; CORDEIRO-ARAÚJO et al., 2010).

Cianobactérias são conhecidas por produzirem metabólitos tóxicos ou bioativos de outra forma. No entanto o papel funcional da grande maioria destes compostos permanece em grande parte desconhecidos (BERRY et al., 2008).

A problemática das cianotoxinas provenientes de florações abrange não só a saúde pública, mas também o âmbito econômico sendo que numerosos fenômenos “*blooms*” foram a causa de prejuízos neste setor. Em 1943, na África do Sul registrou-se a morte de milhares de ovelhas, gado, entre outros animais ao longo de um vale próximo ao reservatório com as florações. Em 1878, na Austrália, foi relatado o primeiro caso de morte maciça de animais. Os peixes são menos propensos às cianotoxinas do que os mamíferos, contudo a mortandade de peixes pode ser causada pela diminuição de oxigênio na água ou pelo entupimento das brânquias devido o excesso de algas. Inúmeras espécies dos gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nodularia*, *Nostoc* entre outros, sintetizam as hepatotoxinas que no fígado desintegram e causam a ruptura de sua estrutura interna (BERRY et al., 2008).

A fase crônica se deve à exposição moderada e contínua pela falta de sintomas aparentes ocorrendo

lesão progressiva do fígado e o possível desenvolvimento de tumores, pois o mecanismo de toxicidade celular evidencia que a microcistina interfere na estrutura e na mitose da célula. A nível subcelular as MCs são inibidores específicos das fosfatases da proteína tipo 1 (PP1) e tipo 2A(PP2A) que regulam processos biológicos, essa inibição provoca um aumento na fosforilação das proteínas celulares e assim ocorre a ativação da cascata de caspases que desencadeia o processo de apoptose.

No homem e no gado a via mais comum de intoxicação pelas cianotoxinas é a ingestão da água que contém esses metabólitos tóxicos, porém o uso recreativo dessas águas constitui uma via que afeta em menor grau, pois a absorção através da pele dificilmente se dá a nível intracelular. Indivíduos que possuem o hábito de consumir certos tipos de algas são certamente vulneráveis (MÜLLER et al., 2010; GUPTA et al., 2014)

Há variações de linhagens tóxicas ou não tóxicas dentro de uma mesma espécie dependendo de fatores genéticos e ambientais. Só o gênero *Microcystis*, de modo específico a espécie *M. aeruginosa*, foi responsável por mais de 65% dos casos relatos de intoxicações (CHAVES et al., 2009).

A portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) que substituiu a portaria nº 518/2004, estabelece que o monitoramento de cianobactérias, deve ser realizado mensalmente quando o número de células de cianobactérias por mL de água até $10.000 \text{ células.mL}^{-1}$ e acima desse limite, o monitoramento do manancial deve ser semanal. Outro aspecto também monitorado é a clorofila-a no manancial como indicador de potencial aumento da densidade de cianobactérias. Quando os resultados da análise revelarem que a concentração de clorofila-a em duas semanas consecutivas tiver seu valor duplicado ou mais, deve-se proceder nova coleta de amostra para quantificação de cianobactérias no ponto de captação do manancial, para reavaliação da frequência de amostragem de cianobactérias.

Quanto a densidade de cianobactérias exceder $20.000 \text{ células/ml}$, deve-se realizar análise de cianotoxinas na água do manancial, no ponto de captação, com frequência semanal.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através da pesquisa de dados bibliográficos contemplando a qualidade microbiológica da água, e as relações epidemiológicas advindas dessa qualidade, em sistemas hídricos e os impactos ambientais e na saúde pública. Foi realizada a coleta de informações nos relatórios da CETESB, ponto 06PEBA00900, da Represa Taiaçupeba, Município de Mogi das Cruzes, SP, no período entre 2009 e 2013 (CETESB, 2014).

Área de estudo

A área em estudo está inserida na sub-bacia do Taiaçupeba, localizada na porção oeste da bacia do Alto Tietê Cabeceiras, e tem uma área de drenagem de aproximadamente 234 km^2 , sendo seus principais afluentes os rios Taiaçupeba-Mirim e Taiaçupeba-Açú e o ribeirão Balainho (Figura 1). No reservatório Taiaçupeba a preservação da qualidade de suas águas é de grande importância, pois é neste reservatório que se localiza a captação das águas pela Sabesp, podendo comprometer toda a estrutura hidráulica do Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT), mesmo que os demais reservatórios apresentem água com qualidade excelente. Além das águas de sua bacia de drenagem, o reservatório recebe também as águas dos demais reservatórios do sistema produtor, através da transferência de águas do reservatório Jundiá (MARCENIUK; HILSDORF; LANGEANI, 2011).

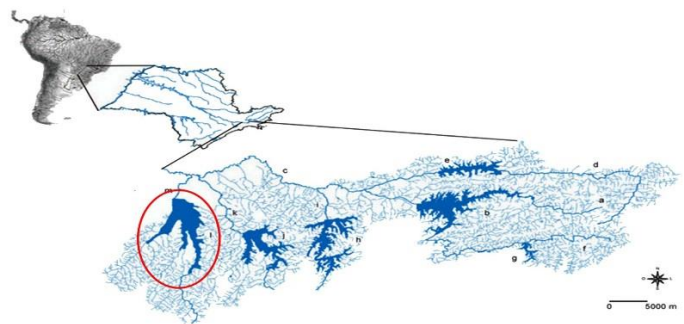


Figura 1: Bacia Hidrográfica de cabeceiras do rio Tietê. a) Nascente do Tietê; b) reservatório de Ponte Nova; c) rio Tietê; d) rio Paraitinga; e) reservatório Paraitinga; f) rio Claro; g) reservatório Ribeirão do Campo; h) reservatório de Biritiba Mirim; i) rio Biritiba; j) reservatório Jundiá; k) rio Jundiá; l) reservatório de Taiapuêba, m) rio Taiapuêba (MARCENIUK; HILSDORF; LANGEANI, 2011).

Figure 1: Basin of the Tiete River headwaters. a) Source of the Tiete; b) reservoir of New Bridge; c) the Tiete River; d) river Paraitinga; e) Paraitinga reservoir; f) river course; g) Ribeirão do Campo Reservoir; h) Biritiba Mirim reservoir; i) river Biritiba; j) Jundiá reservoir; k) river Jundiá; l) Taiapuêba reservoir, m) river Taiapuêba (MARCENIUK; Hilsdorf; Langeani, 2011).

O uso da terra para fins urbanos, na bacia do rio Taiapuêba Mirim, caracteriza-se por tipos distintos de ocupações, principalmente comerciais e residenciais, com densidades demográficas, necessidades de infraestrutura e equipamentos urbanos diversos.

Algumas dessas tipologias demonstram claramente uma dinâmica de ocupação intensa e caracterizada pela irregularidade, como invasões, favelas e loteamentos clandestinos, em especial na região de Palmeiras e Ipelândia no município de Suzano, bem como em Ouro Fino no município de Ribeirão Pires.

Os loteamentos residenciais de baixo padrão são bastante comuns nesta região, e na maioria destes casos, sofrem alterações drásticas ao longo dos anos, sendo caracterizado pelo adensamento excessivo, decorrente do aumento de número de casas e áreas construídas, promovidas de forma irregular em relação ao projeto originalmente aprovado, levando à perda de suas características e comprometendo a infraestrutura básica de saneamento, quando existente (USSIER, 2009). Na Figura 2 apresenta-se a área de estudo e a evolução da urbanização no entorno do reservatório.

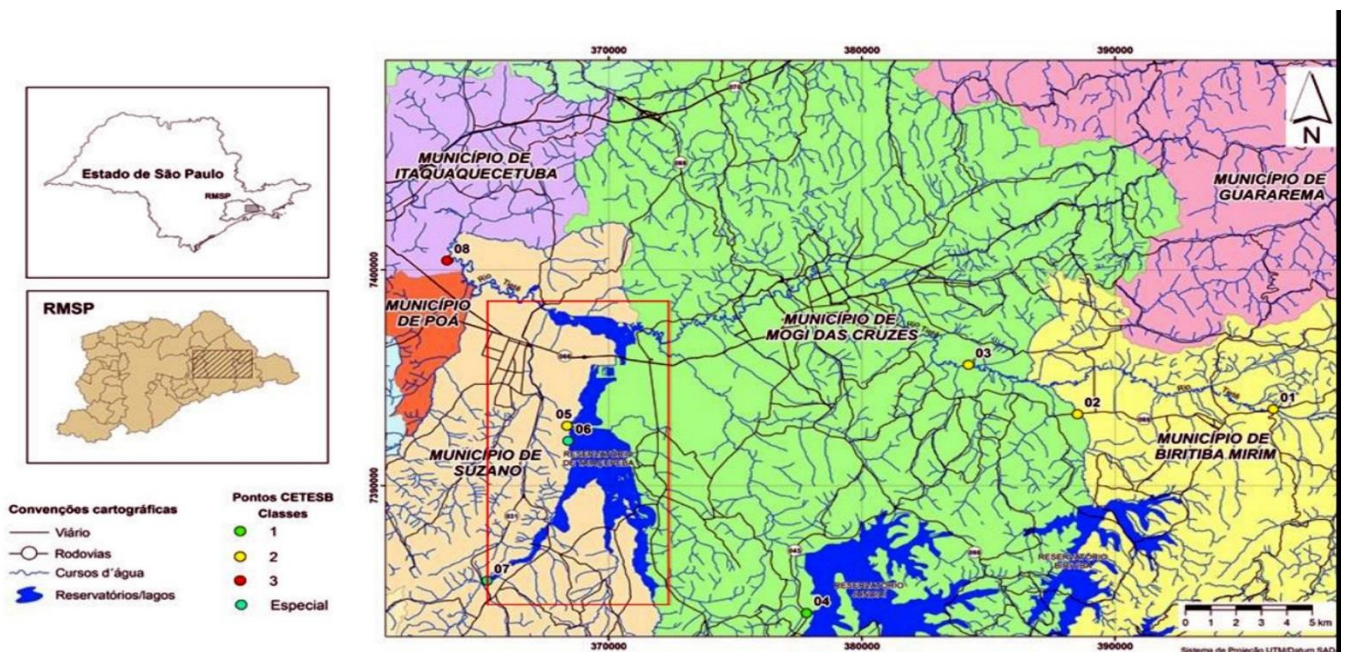


Figura 2: Localização do Reservatório Taiçupeba, e expansão urbana da região. Fonte: Modificado de ROCHA (2014).

Figure 2: Location of Taiçupeba Reservoir, and urban expansion in the region. Source: Modified from ROCHA

termotolerantes/*Escherichia coli* no Reservatório Taiçupeba, no período entre 2009 e 2013, sendo esses parâmetros considerados muito importantes para água de abastecimento.

Os coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* estão associados ao esgoto e observa-se que a maioria dos valores encontrados estão dentro do limite para classe 1, que é a do reservatório, 200 UFC/100 mL preconizado pelo CONAMA (BRASIL, 2005). Houve um aumento no valor de nov/2013, porém há necessidade de acompanhamento desses valores por mais tempo para afirmar-se a piora da qualidade do reservatório (Figura 3). Quanto ao parâmetro número de cianobactérias no reservatório Taiçupeba, no período entre 2009 e 2013, a Figura 4 apresenta uma tendência de aumento inclusive com valores superiores ao limite de 20.000 cel/mL, determinado pelo CONAMA (BRASIL, 2005). Esse aumento se deve principalmente a um aumento da eutrofização da represa a partir de ações antrópicas como atividades agropecuárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 3 e 4 é apresentada a evolução da quantidade de cianobactérias e de coliformes

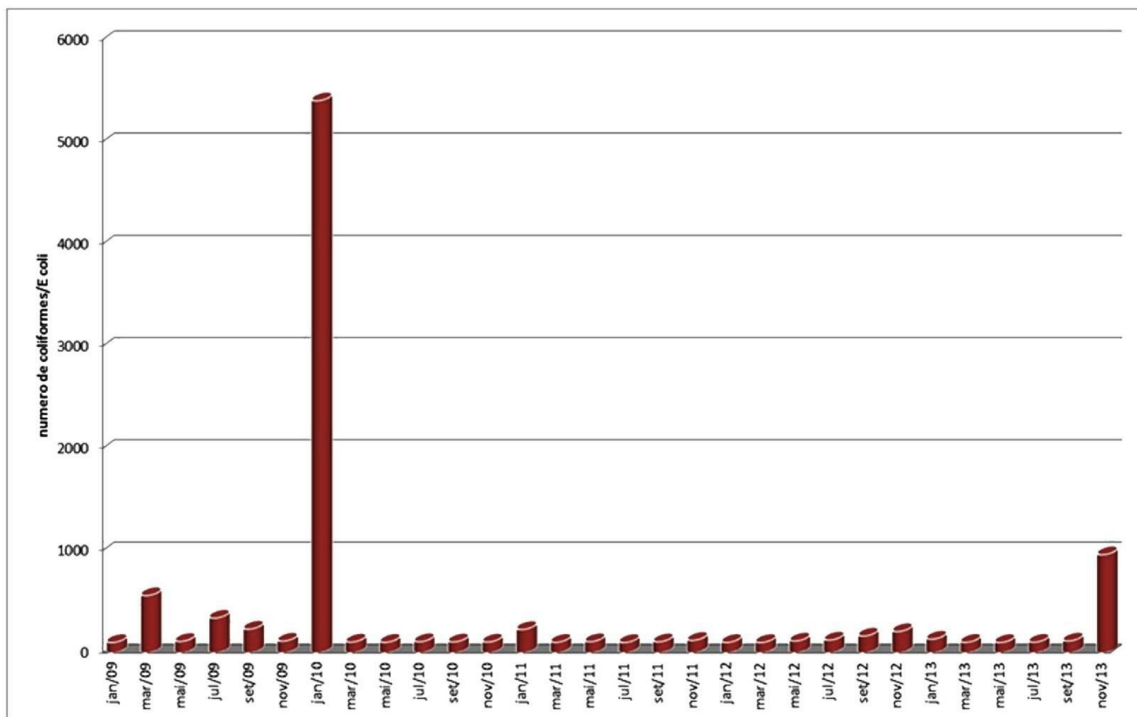


Figura 3: Evolução da quantidade de Coliformes termotolerantes/*E. coli* no reservatório Taiçupeba, Mogi das Cruzes – SP, no período entre 2009 e 2013.

Figure 3: Evolution of the number of thermotolerant coliform / *E. coli* in Taiçupeba reservoir, Mogi das Cruzes - SP, in the period between 2009 and 2013.

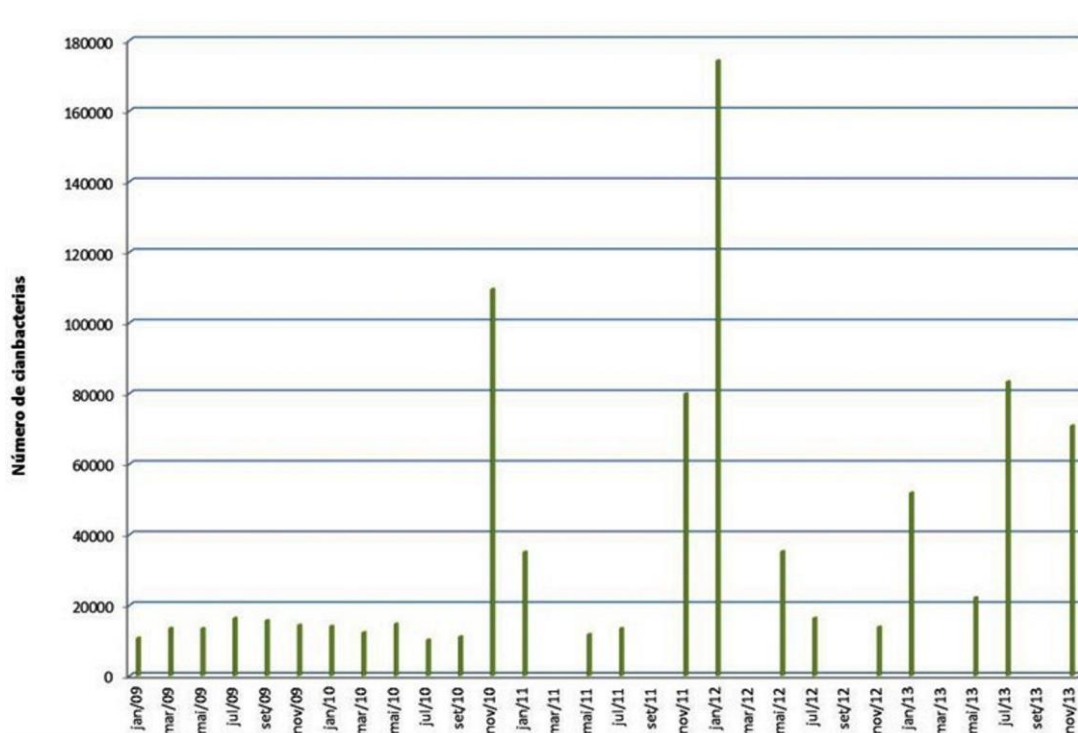


Figura 4: Evolução da quantidade de Cianobactéria no reservatório Taiçupeba, Mogi das Cruzes – SP, no período entre 2009 e 2013.

Figure 4: Evolution of the number of Cyanobacteria in Taiçupeba reservoir, Mogi das Cruzes - SP, in the period between 2009 and 2013.

A poluição de origem agropecuária é relevante para a proteção dos mananciais, através de seu impacto, principalmente, sobre o comportamento trófico das represas. Isso se deve à forma de manejo do solo onde se prioriza o uso em grande escala de adubos e defensivos agrícolas, bem como de produtos de grande solubilidade, que podem escoar a partir das terras agrícolas e migram rumo aos corpos d’água e para as águas subterrâneas (ANTONIAZZI, 2008; DAMATO; MACUCO, 2002).

piora da qualidade e em 2013 temos IQA classificado como regular.

Com relação às atividades pecuárias, os sistemas intensivos confinados, utilizados na região relativa à represa e seus contribuintes a avicultura e suinocultura, propiciam altas taxas de animais por hectare, o que tende a aumentar as concentrações, tanto da geração de resíduos como de efluentes líquidos. Dentre as atividades agrícolas encontradas na área de estudo, destacam-se, como de maior potencial poluidor, as atividades de produção hortigranjeira (olericultura), a suinocultura e a avicultura intensiva. Nas lavouras hortigranjeiras, o uso de agrotóxicos é bastante difundido (USSIER, 2009).

O índice de qualidade da água – IQA - do reservatório é apresentado na Figura 5. Analisando esse índice, nota-se uma melhora entre 2009 e 2011; A partir de 2012 é observado uma

O IQA é particularmente sensível à contaminação por esgotos, sendo um índice de referência normalmente associado à qualidade da água bruta captada para o abastecimento público após o tratamento (IGAM, 2014). Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos, como o Fósforo total, está associado principalmente, aos despejos de esgotos de origem doméstica, mas pode existir uma significativa contribuição das cargas difusas de origem rural, causada pela ação das águas pluviais, acarretando no carreamento de fertilizantes e dejetos animais. Ainda deve-se considerar a geração de fósforo proveniente da degradação biológica dos sedimentos orgânicos presentes no reservatório (BUZELLI; CUNHASANTIN2013).

CONCLUSÃO

A qualidade da água pode ser um indicativo ambiental tanto do ambiente natural como ambiente antrópico. Outra questão importante é que não se pode quantificar a qualidade de um reservatório, sem olhar seus contribuintes, e que no caso do Reservatório Taiçupeba que envolve parte da Bacia do Alto Tietê Cabeceiras.

Dentre os parâmetros estudados o que é mais preocupante é o número de cianobactérias, que tem apresentado tendência de crescimento, sendo que no ano de 2013 tivemos todos os valores acima do limite de 20.000 cel/mL. Esse crescimento deve estar relacionado a eutrofização do reservatório.

Nesta pesquisa sobre o reservatório Taiçupeba, ficou evidenciado que as atividades humanas podem comprometer a garantia de qualidade das águas, principalmente as destinadas ao abastecimento público. Essa constatação foi corroborada pela piora do índice de Qualidade da Água a partir de 2011. A principal ameaça a esses mananciais é sem dúvida

a ocupação urbana descontrolada em suas áreas de proteção, porém não se pode desconsiderar os efeitos adversos à qualidade das águas, provenientes das atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I.C.C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M.L.S.; MONTEIRO, S.M.; BARBOSA, L.P.F.; GUIMARÃES J.T.F.. Qualidade das águas e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amaz.**, Amazônia, v.42, n.1, p.115-124. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v42n1/a14v42n1.pdf>>. Acesso em 1º maio 2014.

ANDRADE, C.M.; GOMES, C.T.S; ARAGÃO, N.K.C.V.; LIRA, G.A.S.T.. Estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no reservatório de Tapacurá-PE. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v.68 n.1, p.109-117. 2009. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/viewFile/7071/7289>>. Acesso em 8 abril 2014.

ANTONIAZZI, L.B.. Agricultura como provedora de serviços ambientais para proteção de bacias hidrográficas. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. São Paulo, v.1, n.1, p.53-63, 2008. Disponível em: <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_111.pdf> Acesso em 14 maio 2015

BARAN, R.; IVANOVA, N.N.; JOSE, N.; GARCIA-PICHEL, F.; KYRPIDES, N.C.; GUGGER, M.; NORTHEN, T.R.. Functional Genomics of Novel Secondary Metabolites from Diverse

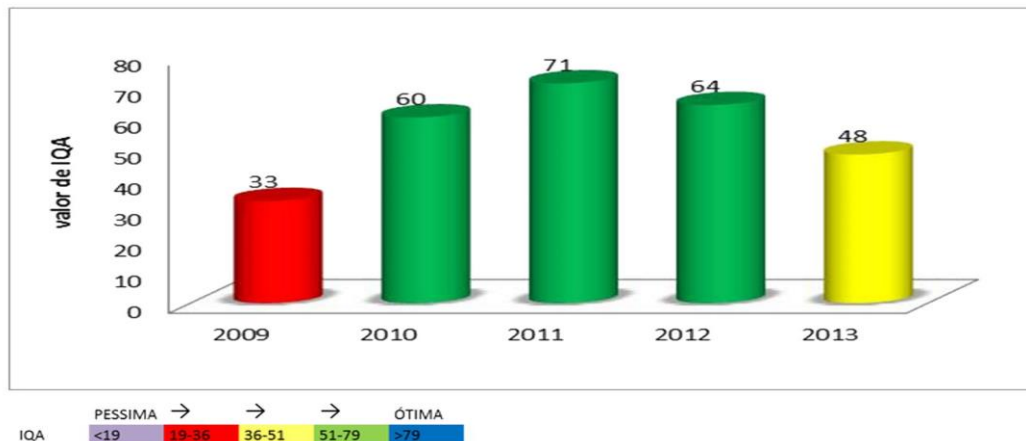


Figura 5: Evolução do índice da Qualidade de Água, IQA, do reservatório Taiçupeba, no período entre 2009 e 2013.
Figure 5: Evolution of the Water Quality Index, IQA, the Taiçupeba reservoir in the period between 2009 and 2013.

- Cyanobacteria Using Untargeted Metabolomics. **Marine Drugs**, Suíça, v.11, n.10, p.3617-3631, 2013. Disponível em: <http://www.mdpi.com/16603397/11/10/3617>>, Acesso em 1º maio 2014.
- BERRY, J.P.; GANTAR, M.; PEREZ, M.H.; BERRY, G.; NORIEGA, F.G.. Cyanobacterial Toxins as Allelochemicals with Potential Applications as Algaecides, Herbicides and Insecticides. **Marine Drugs**, Suíça, v.6, n.2, p.117146, 2008. Disponível em: <http://www.mdpi.com/16603397/6/2/117>>, Acesso em 1º maio 2014.
- BONNET, B.R.P.; FERREIRA, L.G.; LOBO, F.C.. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p.:211-222. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n2/a14v32n2.pdf>> Acesso em 1º maio 2014.
- BRASIL, Ministério da Saúde, Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004 - Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de março de 2004. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/saudelegis/LEG_NORMA_PESQ_CONSULTA.CFM>. Acesso em: 17 mar 2014.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de março de 2005. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf> Acesso em: 17 mar 2014.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre : os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de dezembro de 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.htm>. Acesso em: 01 abril 2014.
- BUZELLI, G.M.; CUNHA-SANTINO, M.B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v.8, n.1, p.186-205, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.930>>.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2009**: Apêndice A – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2010. 44p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2014.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2013**: Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2014. 44p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 17 mar 2014.
- CHAVES, P.F.; ROCHA, S.B.; DUTRA, A.T.M.; YUNES, J.S.. Ocorrência de cianobactérias produtoras de toxinas no rio dos Sinos (RS) entre os anos de 2005 e 2008. **Oecol Bras**, Rio Grande, v.13, n.2, p.319-328. 2009. Disponível em: <http://repositorio.furg.br:8080/handle/1/2364>>. Acesso em 1º maio 2014.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M.K.; OGAVA, L.E.; MOURA, N.A.; PICCIN-SANTOS, V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.. Cianobactérias planctônicas de reservatórios do Oeste Paulista, Brasil: condições naturais versus controladas. **Rev. Bras. Eng. Pesca**. Maranhão, v.5, n.3, p.74-88. Disponível em: <http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/2010/2010rbepv5n3p74-88.pdf>> Acesso em 1º maio 2014.
- DAMATO, M.; MACUCO, P.. Avaliação de impactos ambientais decorrentes do aporte de cargas pontuais e difusas e estimativa de fluxos gerados. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28, 2002, Cancun, México. **Atas...** Cancun, 2002, p. 1-7, Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/vii-005.pdf>
- FERNANDES, V.O.; CAVATI, B.; OLIVEIRA, L.B.; SOUZA, B.D.. Ecologia de cianobactérias: fatores promotores e consequências das florações. **Oecol Bras**, Rio Grande, v.13, n.2, p.247-258. 2009. Disponível em: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/oeco.2009.1302.03/747>>. Acesso em 1º maio 2014.

- GUPTA, D.K.; KAUR, P.; LEONG, S.T.; TAN, L.T.; PRINSEP, M.R.; CHU, J.J.H.. Anti-Chikungunya Viral Activities of Aplysiatoxin-Related Compounds from the Marine Cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum*. **Marine Drugs**, Suíça, v.12, n.1, p.115-127, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1660-3397/12/1/115>>, Acesso em 1º maio 2014.
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013: resumo executivo**. Belo Horizonte: IGAM. 2014. 68p. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf>. Acesso em 2 novembro 2014.
- MARCENIUK, A.P.; HILSDORF, A.W.S.; LANGEANI, F. A.. Ictiofauna de cabeceiras do rio Tietê, São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop**. São Paulo, v.11, n.3, p.218-236. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S167606032011000300020>> Acesso em 2 novembro 2014.
- MATTHEW, S.; RATNAYAKE, R.; BECERRO, M.A.; RITSON-WILLIAMS, R.; PAUL, V.J.; LUESCH, H.. Intramolecular Modulation of Serine Protease Inhibitor Activity in a Marine Cyanobacterium with Antifeedant Properties. **Marine Drugs**, Suíça, v.8, n.6, p.1803-1816, 2010. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1660-3397/8/6/1803>>, Acesso em 1º maio 2014.
- MÜLLER, C.C., RAYA-RODRIGUEZ, M.T., CYBIS, L.F.. Diagnóstico da qualidade analítica na quantificação de cianobactérias. **Eng Sanit Ambient**. Rio de Janeiro, v.15, n.3, p.283-290. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n3/v15n3a12.pdf>>. Acesso em 8 abril 2014.
- ONU - Organização das Nações Unidas. Água para consumo humano. In: _____. **Relatório do desenvolvimento humano 2006**. Nova York: ONU. 2006. p.75-108. Disponível em: <<http://www.portalodm.com.br/publicacao/353/relatorio-de-desenvolvimento-humano-brasil-2006>>. Acesso em 8 abril 2014.
- PIASENTIN, A.M.; SEMENSATTO-JUNIOR, D.L.; SAAD, A.R.; MONTEIRO-JUNIOR, A.J.; RACZKA, M.F.. Índice de qualidade da água (IQA) do reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo. **Geociências**. Rio Claro, v.28, n.3, p. 305317. Disponível em: <<http://papegeo.igc.usp.br/pdf/geosp/v28n3/v28n3a07.pdf>>. Acesso em 1º maio 2014.
- PROGRAMA ÁGUA AZUL. Disponível em: <<http://www.programaaguaazul.rn.gov.br/legislacao.php>>. Acesso em: 11 novembro 2014
- QUEIROZ, A.C.L.; CARDOSO, L.S.M.; SILVA, S.C.F.; HELLER, L.; CAIRNCROSS, S.. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Saúde Soc**. São Paulo: v.21, n.2., p.465-478. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v21n2/a19v21n2.pdf>>. Acesso em: 9 abril 2014.
- ROCHA, M.S. **Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (Cabeceiras), nos Municípios de Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Suzano (SP), relativo ao período 1985 A 2012**. 2014. 158p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental). Universidade Guarulhos. 2014.
- SÁ, L.L.C.; VIEIRA, J.M.S.; MENDES, R.A.; PINHEIRO, S.C.C.; VALE, E.R.; ALVES, F.A.; JESUS, I.M.; SANTOS, E.C.O.; COSTA, V.B.. Ocorrência de uma floração de cianobactérias tóxicas na margem direita do rio Tapajós, no Município de Santarém (Pará, Brasil). **Rev Pan-Amaz Saude**. Ananindeua: v.1, n.1, p.159-166. 2010. Disponível em: <<http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/rpas/v1n1/v1n1a22.pdf>>. Acesso em: 9 abril 2014.
- SCORSALFAVA, M.A.; SOUZA, A.; SAKUMA, H.; STOFER, M.; NUNES, C.A.; MILANEZ, T.V.. Avaliação da água de abastecimento no período 2007-2009. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo: v.70, n.3, p. 395-403. 2011. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/6153>>. Acesso em: 9 abril 2014.
- USSIER, L.F.. Efeitos do uso e ocupação do solo na qualidade das águas dos mananciais de abastecimento público: estudo de caso na micro-bacia da represa taiaçupeba – Mogi das Cruzes e Suzano/SP. SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, 2009, Campo Grande, MS, **Anais...**, Campo Grande, 2009. p.1-20 Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=110&PAG=5>>. Acesso em: 1 novembro 2014.