

RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO AÇUDE JANGADINHA – PE

Data de aceite: 03/04/2023

Josimar Torre Gonzaga

Simone Rosa da Silva

<http://lattes.cnpq.br/5033340358002701>

Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

<http://lattes.cnpq.br/3171196198128324>

RESUMO: A análise da ocupação do solo no entorno dos mananciais relacionada ao uso, à quantidade e principalmente à qualidade da água requerida para os seus usos preponderantes é de grande preocupação para a gestão da bacia hidrográfica, visto que a ação antrópica reflete direta e indiretamente na bacia. O presente estudo teve como objetivo avaliar as modificações ocorridas na qualidade da água do açude Jangadinha, inserido na Reserva Ecológica de mesmo nome em Jaboatão dos Guararapes-PE, no período de 2005 a 2013; identificar fontes poluidoras; analisar o grau de desconformidade do seu enquadramento e propor meios para mitigar a poluição/contaminação da água, de recuperar a qualidade da água do açude Jangadinha e de orientar o uso e ocupação do solo na área no entorno. Foi realizada a análise de sete parâmetros relacionadas

à qualidade da água do manancial, visitas à campo e aos órgãos de fiscalização e administração da área. Constatou-se, a partir de análise de imagens, que 6,33% da área da reserva foi substituída por ocupações subnormais, identificando-se a presença de fontes poluidoras no açude e na área da Reserva e não conformidade em três dos parâmetros de acordo com Resolução CONAMA N° 357/2005. Frente aos resultados deste trabalho sugere-se a adoção de ações e convênios, articulando entre os três níveis de poder e a população motivando a participação e o envolvimento de todos os atores relacionados com a bacia, aumentando desta forma a disciplina consciente sobre a importância da área de estudo vista a proposta do enquadramento deste corpo hídrico.

PALAVRA-CHAVE: Degradação ambiental; Influência antrópica; Urbanização; Enquadramento.

RELATIONSHIP BETWEEN THE QUALITY OF WATER AND USE AND OCCUPANCY OF LAND IN THE SURROUNDING OF DAM JANGADINHA – PE

ABSTRACT: The land use analysis in the vicinity of water sources related to the use,

quantity and especially the quality of water required for its main uses is of great concern to the management of the watershed, since human action reflects directly and indirectly in this basin. This study aimed to evaluate the modifications in the water quality of Jangadinha dam, located on the Ecological Reserve of the same name in Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, in the 2005-2013 period; identify pollution sources; analyze the degree of disagreement its framework, according to CONAMA the Res 357/05 and propose ways to mitigate pollution / contamination of the water, to recover the water quality of the dam Jangadinha and guide the use and occupation in area in the surroundings. For this study took place in seven parameters related to the quality of water sources, field activities and visits to supervisory bodies and administration area, which from the information it was found that 6.33% of the reserve area was replaced by subnormal occupations, identifying the presence of polluting sources in the dam and the area of the Reserve and non-compliance in three of the parameters in accordance with the same resolution. The proposed framework was based on the most restricted, Special Class. Based on the results of this study suggest the adoption of actions and agreements, coordinating between the three levels of power and the population motivating the participation and involvement of all actors associated with the basin, thus increasing the conscious discipline on the importance of study area view the proposed framework of this water body.

KEYWORDS: Ambiental degradation; Anthropogenic influence; Urbanization; Framework.

INTRODUÇÃO

A degradação do ambiente ocorre naturalmente, porém vem se acelerando com a ação intensa do homem sobre o meio ambiente. Em relação à qualidade da água de qualquer corpo hídrico, superficial ou subterrânea, sofre influências naturais e/ou de atividades humanas (CARR; NEARY, 2008).

A água é o recurso natural mais afetado pelo processo de urbanização que vem acontecendo ao longo do século XX no Brasil. A expansão da malha urbana das cidades, geralmente ocorre de forma desordenada, provocada pelo crescimento demográfico e pela ausência/deficiência de planejamento e gestão urbana (BRANCO, 1988).

Para a classificação, diretrizes ambientais, condições, padrões de lançamento e procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água são seguidos o que encontram-se contidos nas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no 357, de 17 Mar 2005 (BRASIL, 2005), Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) no 91, de 5 Nov 2008 (BRASIL, 2008) e no 430, de 13 Maio 2011 (BRASIL, 2011).

O crescimento das cidades, dissociado de esforços em garantir o ordenamento territorial, planejamento da infraestrutura e instrumentos de gestão urbana, vem causando aumento dos impactos ambientais, além do comprometimento da qualidade dos mananciais hídricos e da drenagem das águas pluviais. Isso acarreta reflexos diretos no abastecimento público de água e na proliferação de doenças relacionadas à água (LUZ, 2009).

O crescimento populacional do município de Jaboatão dos Guararapes-PE de 1990

a 2010 cresceu 35%, afetando desta forma as localidades de Jangadinha e Curado I, locais estes no entorno da Reserva Ecológica Mata de Jangadinha onde se localiza o açude Jangadinha.

As ocupações irregulares e os aglomerados subnormais com o aumento da população do município vêm interferindo em Áreas de Reservas Ecológicas e de Proteção Permanentes (APP) de rios, lagos e açudes. No açude Jangadinha, no Distrito de Cavaleiro não está sendo diferente, havendo uma relação entre a ocupação do solo da reserva com a qualidade da água do açude Jangadinha.

De acordo com a Lei Estadual no 14.324/2011, as Reservas Ecológicas da Região Metropolitana do Recife (RMR), instituídas pela Lei Estadual no 9.989/1997, ficaram categorizadas em Unidades de Conservação, nos termos da Lei Estadual no 13.789/2009. No entanto a Reserva Ecológica Mata de Jangadinha foi caracterizada como Reserva de Floresta Urbana (FURB) Mata de Jangadinha (PERNAMBUCO, 2011).

A Resolução CONAMA no 357/2005 define que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”. O açude Jangadinha deve ser enquadrado na Classe Especial, por situar-se em Unidade de Conservação Ambiental.

Durante a urbanização, os espaços permeáveis, inclusive áreas vegetadas e bosques, são convertidos para uso que, geralmente, provocam o aumento de áreas com superfície impermeável, resultando no aumento de volume do escoamento superficial e da carga de poluentes. Esse aumento geralmente resulta em alterações nas características físicas, químicas e biológicas da bacia hidrográfica. Paralelamente, com o aumento populacional, aumenta as cargas de poluentes geradas por atividades humanas entrando em contato com as águas superficiais sem ser submetidos a nenhum tipo de tratamento (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

A composição iônica das águas de represas varia em função das características do terreno, das áreas inundadas e a presença de vegetação nessas áreas, do tempo de retenção e dos usos do solo ao longo do tempo, que determinam as características da água de drenagem (TUNDISI, 2008).

O desmatamento esgota as nascentes, reduz a infiltração da água da chuva no solo (reduzindo a recarga dos aquíferos), ao mesmo tempo em que interfere na umidade relativa do ar, potencialmente modificando o regime pluviométrico desta e de outras regiões (CORTEZ, 2004).

As regiões metropolitanas e os aglomerados urbanos têm afetado em muito os recursos hídricos disponíveis. As perdas ambientais causadas pela ocupação da paisagem são percebidas na quantidade e na qualidade hídrica destinada à população e à biota. São regiões nas quais o crescimento demográfico, principalmente das classes sociais menos favorecidas, conduz à ocupação de áreas impróprias, tais como áreas de mananciais e

áreas de risco, que muitas vezes não oferecem acesso aos serviços sanitários e tampouco condições salubres de vida (MENDONÇA, 2011).

Tong et al. (2002) deixa claro que se houverem mudanças no uso da terra no futuro os níveis de contaminação serão alterados conforme a ocupação. Desta forma o desenvolvimento e gestão futura da terra devem ser considerados com muito cuidado, particularmente se for alterado para a agricultura ou urbanização. Com os cuidados e planejamento nestas atividades poderá reduzir alguns dos problemas de qualidade da água.

A qualidade da água de um manancial é resultante de fenômenos naturais e interferência das atividades humanas. De maneira geral, pode-se dizer que esta qualidade é função do uso e da ocupação do solo, pelo intemperismo de minerais da terra firme, pelos processos atmosféricos de evapotranspiração e o depósito de poeira e sal do vento na bacia hidrográfica. (SPERLING, 1996; CARR; NEARY, 2008).

A poluição hídrica está relacionada àquelas formas de poluição que atingem a hidrosfera, que compreende todos os rios, lagos, lagoas, mares, águas subterrâneas, vapor d'água e geleiras, ou seja, todas as formas de água presentes no planeta, bem como os seres vivos que com elas se relacionam (TOCCHETTO, 2010).

Os fatores que influenciam na entrada de sedimentos em bacias hidrográficas podem ser: as formas dos relevos; os tipos de solos; os climas; e os usos e ocupações irregulares. No entanto, dentre esses fatores a cobertura do solo tem influência mais decisiva, podendo, inclusive, influenciar na disponibilidade e na qualidade da água, se considerados os condicionantes anteriormente citados (ANA, 2014).

A interferência do homem quer de uma forma concentrada, como na geração de dejetos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de componentes na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água (SPERLING, 1996).

O esgoto doméstico é constituído pela água utilizada para higiene, preparo de alimentos e lavagem de utensílios das residências e nas descargas de vasos sanitários. Dessa forma, os poluentes que compõem os efluentes oriundos de esgotos domésticos são matéria orgânica biodegradável e nutrientes inorgânicos (principalmente nitrogênio e fósforo), além de microrganismos patogênicos, detergentes, óleos e graxas (TUNDISI, 2008).

Visualizando este contexto, May et al. (1999) e Chaves (2009) abordaram que do total da medida de uma área o valor de 10% do solo impermeabilizado foi identificado como o nível que inicia o fluxo de degradação de um ecossistema aquático.

Um lago situado em bacia de drenagem ocupado por matas e florestas apresenta usualmente uma baixa produtividade, isto é, há pouca atividade biológica de produção (síntese). Mesmo nestas condições naturais e de ausência de interferência humana, o

lago tende a reter sólidos que se sedimentam, constituindo uma camada de lodo no fundo. Com os fenômenos de decomposição do material sedimentado, há certo aumento, ainda incipiente, do nível de nutrientes na massa líquida. Em decorrência, há uma progressiva elevação na população de plantas aquáticas na massa líquida e, em consequência, de outros organismos situados em níveis superiores na cadeia alimentar (cadeia trófica) (SPERLING, 2005).

A conservação da qualidade e da quantidade da água depende das condições naturais e antrópicas do local. Para garantirmos essa qualidade são necessárias medidas de controle que devem ser adotadas quanto ao uso preponderante das mesmas e sua classificação deve estar baseada, não necessariamente no estado atual, mas nos parâmetros que elas deveriam possuir, para atender às necessidades da comunidade (BATISTA, 2012).

É através do enquadramento que se estabelece a meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo. Para a efetivação do enquadramento poderão ser fixadas metas progressivas intermediárias de qualidade da água. Outro aspecto relevante ao enquadramento é que este deverá estar associado a uma vazão de referência (BRASIL, 2005).

Segundo a Resolução CNRH n. 91/2008, as agências de água ou de bacia ou entidades delegatárias das suas funções, em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos e os órgãos de meio ambiente, elaborarão e encaminharão as propostas de alternativas de enquadramento aos respectivos comitês de bacia hidrográfica para discussão, para aprovação, para posterior encaminhamento e para deliberação pelo Conselho de Recursos Hídricos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a relação do uso e ocupação do solo no entorno da Reserva Ecológica Mata de Jangadinha com a qualidade da água do açude em seu interior, fornecendo assim subsídios técnicos aos órgãos competentes para tomada das medidas cabíveis a sua conservação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área

O açude Jangadinha, terceiro mais antigo do estado, é um açude de pequeno porte (18,37 ha) com volume máximo de acumulação de água de 1,1x10⁶ m³ e uma área de 1.264,94km². Manancial de superfície que abastece, através da Estação de Tratamento de Água (ETA) Engenheiro Samoel Lins, comunidades menores como o Distrito de Cavaleiro em Jaboatão dos Guararapes (20%) e o bairro de Tejipió em Recife, 80%, da capacidade de abastecimento humano (PERNAMBUCO, 2008; COMPESA, 2013a), pertence à Unidade de Planejamento Hídrico (UP) 15, que corresponde ao Grupo de Bacias de Pequenos Rios

Litorâneos – 2 (GL-2).

O açude (08° 05' 22,4" e 034° 58' 47,3"), encontra-se dentro da Reserva Ecológica Mata de Jangadinha, situada numa área de remanescente de Mata Atlântica, caracterizada como Floresta Estacional Perenifólia Costeira, ocupando 84,68 ha, (cerca de 0,34%) do município de Jaboatão dos Guararapes-PE a aproximadamente 25 km da cidade do Recife (AMBRÓSIO, 1997).

Em seu entorno estão inseridas 02 (duas) localidades e uma reserva ecológica, fazendo limite direto com o perímetro da área em estudo: ao Sul, a Leste e Norte com a localidade de Jangadinha, a Noroeste com a localidade do Curado I e a Oeste e Sudoeste com a Reserva Ecológica Mata Mussaíba, na localidade de Floriano (Figura 1).

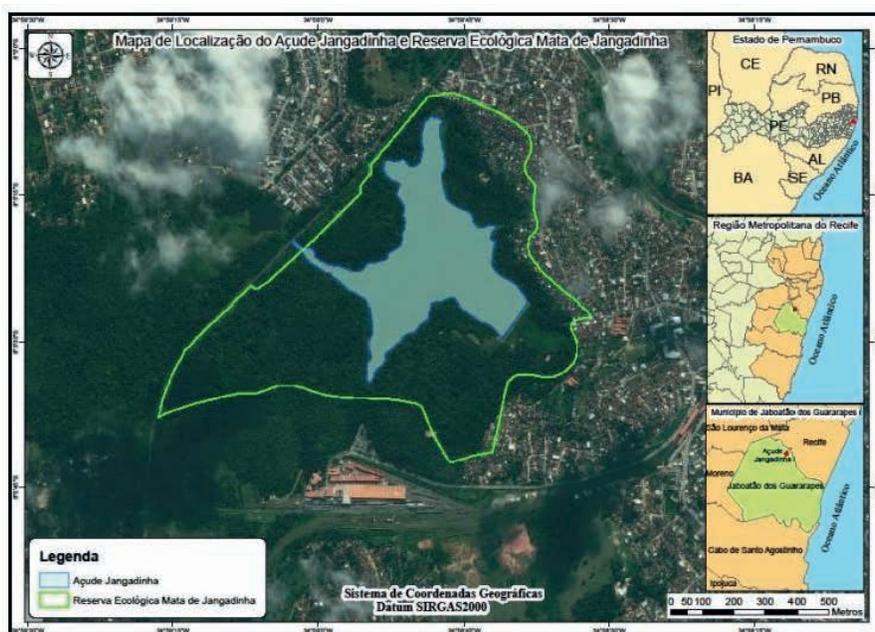


FIGURA 1: Açude Jangadinha no Distrito de Cavaleiro, em Jaboatão dos Guararapes-PE

FIGURE 1: Jangadinha dan in the District of Cavaleiro, in Jaboatão dos Guararapes-PE

Fonte: UGEO, 2014

Na Tabela 1, são apresentadas as principais características técnicas do açude Jangadinha.

DISCRIMINAÇÃO	VALOR
Bacia hidráulica	2 km ²
Espelho d'água	400 hectares
Riachos barrados	Riachos Jangadinha e Retiro
Volume total do reservatório	1,1 x 10 ⁶ m ³
Capacidade máxima de acumulação	23.400.000 m ³
Tomada d'água	Tubulação de 500 mm
Tipo de barragem	Terra com vertedouro lateral de Concreto
Vazão nominal	30 L/s
Vazão de outorga	29,44 L/s

TABELA 1: Características técnicas do açude Jangadinha.

TABLE 1: Technical characteristics of Jangadinha dam

Fonte: COMPESA, 2013b

O açude Jangadinha é utilizado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) para abastecimento público. Amostras da água bruta são coletadas e encaminhadas para o laboratório que monitora: alcalinidade, carbonato, cálcio, cloreto, cor, condutividade elétrica, dureza, fosfato total, fluoreto, nitrogênio amoniacal, magnésio, nitrato, nitrito, turbidez, potássio, sódio, sulfato e pH (COMPESA, 2013b). Neste reservatório está localizado o ponto de monitoramento Estação Tejipió 30 (TJ-30 – Sigla utilizada pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH)).

O incremento da população municipal de Jaboatão dos Guararapes no período de 1970 a 2000 foi de 3,9% ao ano, diferentemente de outras grandes cidades da RMR como Recife, Olinda e Moreno que tiveram respectivamente 1%, 2,1% e 1,5%. Com isso, os problemas decorrentes da urbanização sobre os recursos naturais se expressam em diferentes tipos de danos ambientais, ao mesmo tempo em que constituem novos e complexos desafios a gestão ambiental (CPRH, 2006).

O período chuvoso se concentra no quadrimestre de abril a julho e o período seco vai de outubro a dezembro. Nesses períodos, destacam-se os meses de junho (390 mm) e julho (357 mm) como os mais chuvosos, e novembro (38 mm) e dezembro (56 mm) como os mais secos (SOUZA, 2011).

Etapas da pesquisa

A pesquisa realizou-se basicamente em quatro etapas: **etapa precursora** - forneceu os primeiros dados coletados em campo, o qual tornou possível o conhecimento do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório e na Reserva Ecológica Mata de Jangadinha; **etapa de obtenção de dados** - realizada por meio de observações sistêmicas, atividade de campo e através de contatos com funcionários da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e do Instituto de Desenvolvimento Sustentável da Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes envolvidos com recursos hídricos e uso e ocupação do solo. Além disso, essa etapa também contemplou dados secundários

coletados diretamente em órgãos do governo do Estado, do município de Jaboatão dos Guararapes, além de levantamento bibliográfico acerca da problemática estudada; **etapa de campo detalhada** - consistiu de atividade de campo realizada mais detalhadamente tanto no manancial quanto na reserva ecológica, diante das informações que já se tinha adquirido nas duas etapas anteriores; e **etapa de análise e discussão dos dados** - dividiu-se em três subetapas: **Uso e Ocupação do Solo**, consistiu na interpretação de imagens da FIDEM (fotografias aéreas de 1975) e do Google Earth (imagem de satélite de 2013). Com apoio da Unidade de Geoprocessamento do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) interpretou-se as imagens e com o Sistema de Informações Geoambientais de Pernambuco (SIG CABURÉ) mensurou-se o espelho d'água, a área da reserva e a área de ocupações subnormais dentro da reserva; **Qualidade de Água**, de acordo com os dados obtidos da APAC e COMPEA, 7 de 19 parâmetros foram selecionados conforme a finalidade do estudo e foram dispostos, na forma de gráficos do tipo linha, apresentando a evolução ao longo dos 9 anos (2005 a 2013); e **Análise da Conformidade quanto ao Enquadramento**, a partir da Resolução CONAMA no 357/2005 e a Resolução CNRH n. 91/08 foi analisada a conformidade para a classe Especial, se baseando-se em informações de referência da Classe 1, visto que para a Classe Especial não possui referenciais numéricos para o seu enquadramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso e ocupação do solo no entorno do açude Jangadinha

No período compreendido entre 2000 a 2014, houve um aumento de 15% na população do município de Jaboatão dos Guararapes, incluindo as populações das localidades de Jangadinha e Curado I, ambos limitantes da Reserva Ecológica Mata de Jangadinha, na qual se encontra o açude Jangadinha.

A área da Reserva, a cada ano, vem sofrendo intervenções antrópicas devido ao crescimento urbano desordenado, formando os aglomerados subnormais que avançam sem levar em conta as restrições quanto ao uso do solo, as legislações vigentes e o equilíbrio do meio ambiente (Figura 2).

Analisando a imagem de satélite para o ano de 2013, observa-se que o uso e ocupação do solo no entorno do açude Jangadinha é predominantemente apresentado por floresta e apresenta uma fração de ocupação urbana (aglomerados subnormais), na localidade de Jangadinha, influenciando ainda no limite de **Unidade de Conservação Proteção de Mananciais**.

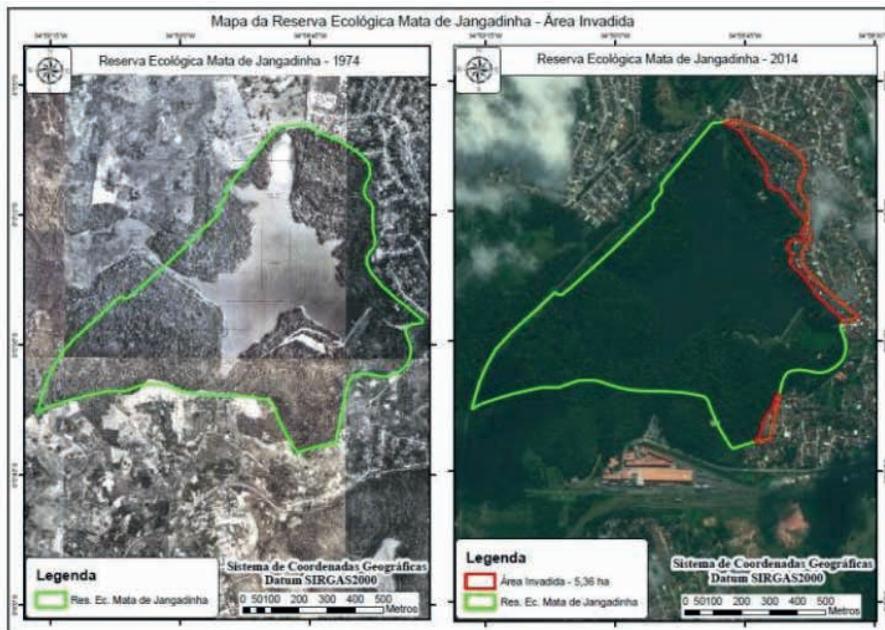


FIGURA 2 – Área da Reserva em 1974 comparada com a de 2013.

FIGURE 2 - Reserve area in 1974 compared to that of 2013.

Fonte: UGEO, 2014

Diante disto e de acordo com a análise da imagem de satélite de 2013, observa-se que a Reserva Ecológica Mata de Jangadinha se encontra na seguinte situação: dos 84,67 hectares da reserva, 5,36 hectares estão ocupados por aglomerados subnormais, obtendo-se desta forma uma porcentagem de 6,33% de área degradada da reserva, o qual ainda não atingiu o nível de degradação de 10% considerado preocupante num ecossistema aquático. Entretanto, o percentual de área degradada não pode ser considerado desprezível, sendo importante e urgente a adoção de medidas para interromper o aumento dessas áreas para a proteção da qualidade da água do açude.

Fontes poluidoras no açude Jangadinha

Durante as visitas *in loco* nas margens do açude, nas trilhas e dentro da própria reserva foram encontrados vários pontos de influência da ocupação humana, tais como: pontos de banho de pessoas e de animais no açude; material flutuante nas margens a oeste do açude; pontos de pescaria amadora, lançamento de efluentes domésticos advindo da localidade de Jangadinha (Figura 3).



FIGURA 3 – Cartograma com pontos de interesse e de contaminação identificados.

FIGURE 3 - Map with identified points of interest and contamination.

Modificações ocorridas na qualidade da água do açude Jangadinha

A CPRH/ APAC, desde 2005, monitoram 11 parâmetros de qualidade de água e a COMPESA analisa 18 parâmetros, além de monitorar condições e outros padrões representativos da qualidade da água. Dentre eles, apenas três parâmetros: condutividade elétrica, pH e fósforo são analisados por ambos, perfazendo um total de 26 parâmetros analisados.

Com o intuito de avaliar as modificações ocorridas na qualidade da água do açude Jangadinha no período de 2005 a 2013 foram selecionados os parâmetros mais relevantes, conforme salienta Sperling (2005) e Santos (2001). Os parâmetros foram: Temperatura da água e do ar, Fósforo, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez e *E-Coli*. No total foram realizadas 120 apanhas (coletas) para as variáveis estudadas, referente a 1 ponto de amostragem do açude.

Conforme descrito na metodologia, para a discussão deste subtema os dados obtidos da CPRH/APAC foram comparados com os da Classe 1 da Resolução CONAMA no 357/2005, visto que para a Classe Especial não há valores definidos, pois, a mesma deixa claro que deverão ser mantidas as condições naturais do corpo hídrico.

Temperatura

Ao longo do período estudado a temperatura da água variou entre 27°C e 31°C

(Figura 4), mantendo-se uma temperatura média de 29°C. A Resolução CONAMA n. 357/05 não aborda limites de temperatura para nenhuma das classes de água doce, no entanto, alerta para o fato de que altas temperaturas diminuem a solubilidade dos gases, reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido.

Ambas as temperaturas estão sendo analisadas em um mesmo gráfico para verificar se houve uma variação considerável entre elas, visto que se fosse verificado poderia ter, nessas proximidades, contaminação por efluentes de indústria no tocante a esfriamento de equipamentos.

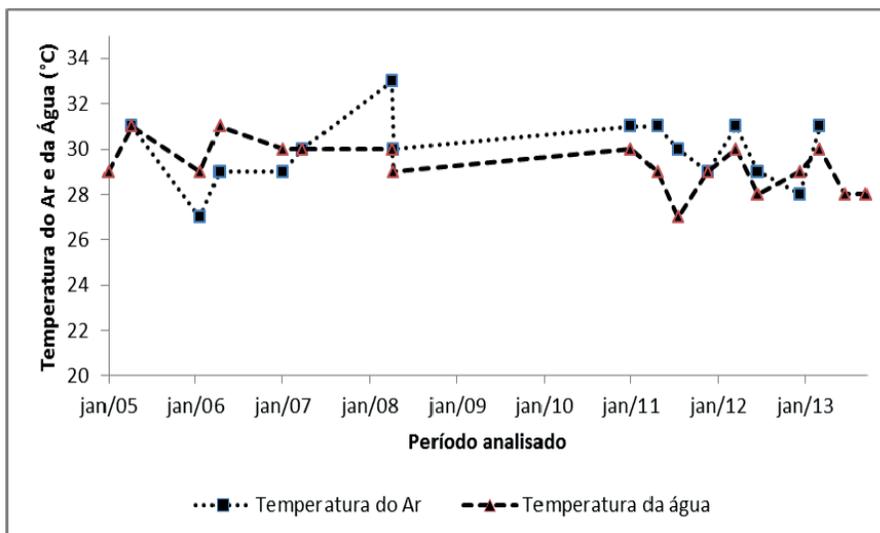


FIGURA 4: Variação temporal da temperatura da água e do ar.

FIGURE 4: Temporal variation of water and air temperature.

Visto que a temperatura máxima do ar na zona da mata e litoral do Estado varia entre 29°C e 31°C pode-se observar que não houve alterações com a da área estudada sendo a temperatura da água variando de acordo com a temperatura do ar havendo picos para mais principalmente nos meses de março e abril, início do período chuvoso chegando a 33°C.

Fósforo Total

De acordo com os dados analisados do ponto de coleta, a elevada concentração de fósforo pode resultar em um aumento de cianobactérias o que pode contribuir para eutrofização do açude Jangadinha.

As concentrações de fósforo total ao longo do período analisado, manteve-se na média de 0,028 mg/L. Observa-se, no entanto, que houve um grande incremento do valor

do fósforo total a partir de abril de 2008, passando de 0,03 mg/L para 0,06 mg/L em abril de 2011, carreando grande quantidade de material/sedimentos para o interior do açude (Figura 5).

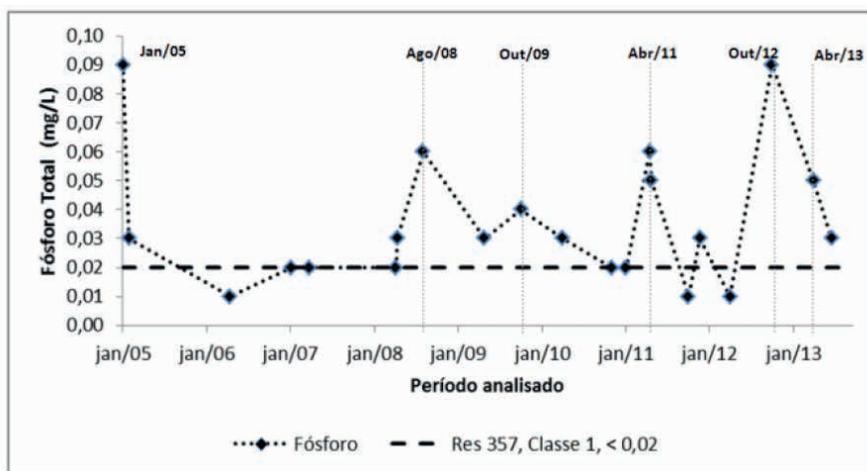


FIGURA 5: Variação temporal do fósforo total.

FIGURE 5: Time variation of total phosphorus.

Estes aumentos do Fósforo Total nestes meses encontram-se acima do previsto na resolução CONAMA n. 357/05, para classe 1.

De acordo com esta concentração pode-se caracterizar este ponto em um “estágio intermediário” de eutrofização onde a Resolução CONAMA n. 357/05 determina para Classe 1 (< 0,02 mg/L) para ambientes lânticos.

Estas cargas podem estar associadas a lançamentos de efluentes domésticos, já que foram constatados pequenos canais aduzindo esgoto para o interior do açude.

Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD é um importante parâmetro químico para avaliar a qualidade da água e possíveis impactos ambientais, tais como a eutrofização e a poluição orgânica, além de ser um gás de grande importância biológica participando de inúmeras reações químicas no ecossistema aquático.

Não há limite do OD para classe Especial, simplesmente a CONAMA 357/05 preconiza que deverão ser mantidas as condições naturais do corpo hídrico. Contudo, para a classe 1 não deverá ser menor que 6 mg/L O₂.

Com o estudo, observa-se que houve uma queda significativa de OD em junho de 2012, ocasião em que ocorreu chuvas intensas com precipitação total mensal de 389mm (mês com maior precipitação acumulada). No final do mesmo ano o OD veio a subir e nas

duas próximas análises veio a manter-se em um nível próximo a 6 mg/L O₂ (Figura 6).

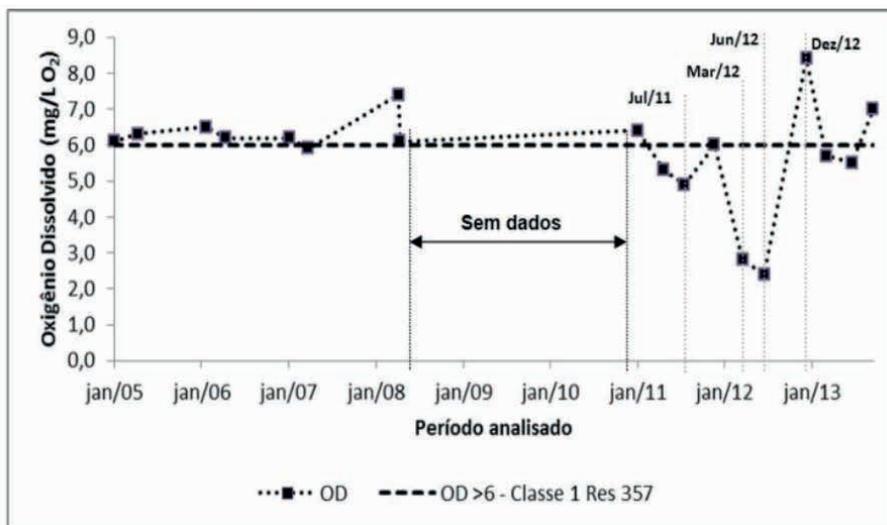


FIGURA 6: Variação temporal do OD.

FIGURE 6: Time variation of DO.

A queda de OD pode ser decorrente da degradação ambiental que vem sofrendo a mata ciliar, sendo pouco a pouco substituída por campos, áreas urbanizadas, nas quais os efluentes domésticos e resíduos sólidos são carreados com as chuvas para dentro do manancial.

Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)

A DBO ocorre naturalmente nas águas em nível, no entanto, reduzidos em função da degradação de matéria orgânica (folhas, animais mortos, fezes de animais) ou por efluentes de origem predominantemente orgânica.

Da mesma forma que o OD, não há limite para a DBO em águas enquadradas na classe Especial, contudo, é preconizado pela CONAMA n. 357/05 que devam ser mantidas as condições naturais do corpo hídrico. Para a classe 1, a DBO deverá ser no máximo de 3 mg/L O₂.

Observa-se, em grande parte do período estudado, que a DBO permaneceu no limite determinado pela referida Resolução. No entanto, a partir de dezembro de 2012, houve um aumento considerável de DBO, chegando em março de 2013 (início do período chuvoso) a 5,4 mg/L O₂. Em junho de 2013 a precipitação alcançou 378mm, contudo nas análises posteriores, a DBO voltou ao limite determinado pela referida Resolução, ou seja, abaixo 3 mg/L O₂ (Figura 7).

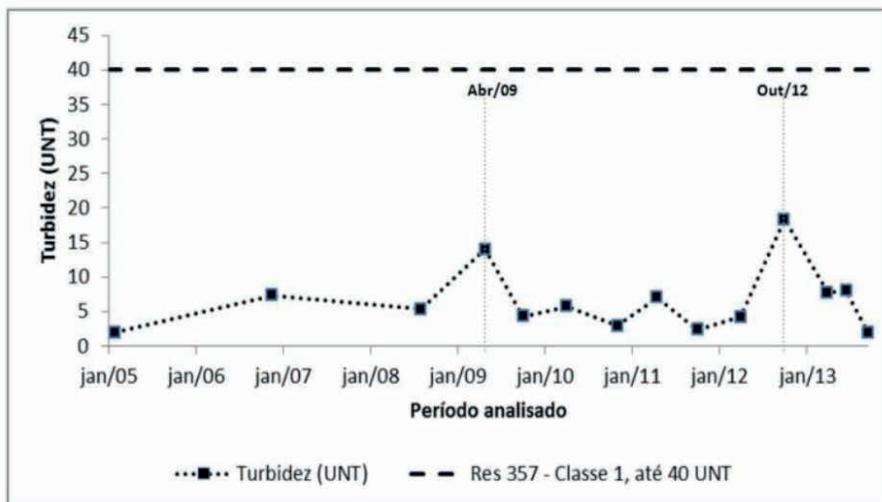


FIGURA 8: Variação temporal da turbidez.

FIGURE 8: Temporal variation of turbidity.

Apesar dos níveis de turbidez estarem abaixo de 40 UNT, os picos observados podem estar relacionados com a carga de sólidos suspensos despejados pelos esgotos domésticos nas proximidades do ponto de coleta.

Escherichia Coli (E. Coli)

Quanto a *E. Coli*, que poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes Termotolerantes, a Resolução CONAMA n. 357/2005 para Classe 1, aborda que quando em uso de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade previstos na Resolução CONAMA no 274/2000 (BRASIL, 2000b). Além disso, a Resolução deixa claro que nas águas de classe Especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Os resultados das concentrações de *E. Coli* registrados no ponto de coleta atingiram picos de 900 NMP/100ml a 1600 NMP/100ml, particularmente no período chuvoso (março a julho), no entanto nos demais períodos analisados, os resultados ficaram abaixo de 200 NMP/100ml, ficando na faixa permitida para a classe 1 conforme Res CONAMA n. 357/05 (Figura 9).

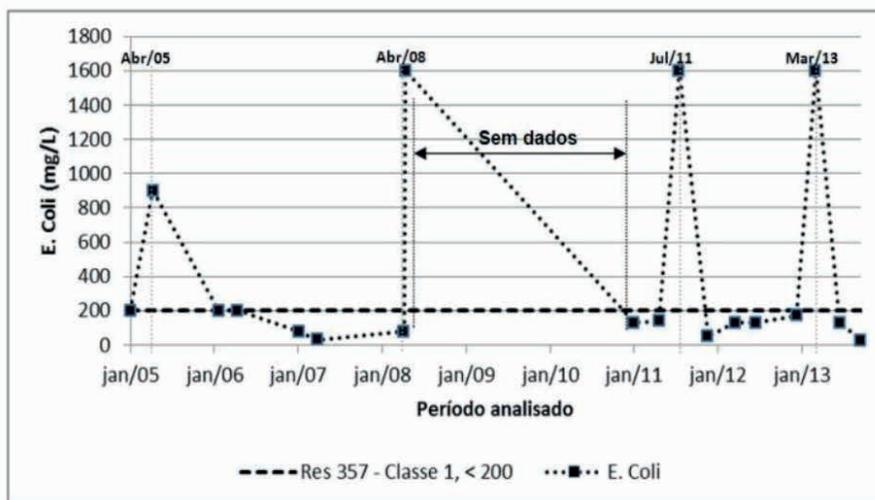


FIGURA 9: Variação temporal de *E. Coli*.

FIGURE 9: Temporal variation of *E. coli*.

De acordo com os resultados observados, a contaminação por *E. Coli* no açude é devido aos efluentes domésticos, lançados diretamente através de valas e canais, escoamento de fossas e sumidouros ou devido as atividades de recreação, dessedentação e banho de animais dentro e às margens do açude.

Características gerais da desconformidade dos parâmetros com a CONAMA n. 357/05

Visto que este açude está situado em uma bacia de drenagem ocupada, na sua maior parte, por matas e florestas deveria apresentar uma baixa produtividade, ou seja, pouca atividade biológica de produção (síntese de matéria orgânica). Porém, em condições naturais, o açude tende a reter sólidos que se sedimentam formando camada de lodo e com isso, há um certo aumento do nível de nutrientes, tendo, dessa forma, uma progressiva elevação na população de plantas aquáticas e, em consequência disso, aumento de outros organismos situados em níveis superiores na cadeia alimentar.

Com isto, mesmo que não haja interferência antrópica por lançamento de efluentes, as condições naturais de um corpo hídrico terão atividades biológicas, as quais poderão acarretar em variação de diversos parâmetros da qualidade da água.

Neste estudo observou-se que houve consideráveis alterações nas análises realizadas no período chuvoso, particularmente de meados de 2011 a junho de 2013, o qual o açude apresentou piora em todos os parâmetros de qualidade da água analisados.

Tal situação pode ainda estar relacionado ao sistema de depuração da água no açude por assimilação de nutrientes pela comunidade aquática ou processo de sedimentação, podendo desta forma levar a eutrofização e complicações ambientais e econômicas

(DODDS, 2009)

Atualmente, o açude Jangadinha é utilizado para abastecimento humano após tratamento convencional; a área é de preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e preservação do ambiente aquático, visto que se encontra em uma Unidades de Conservação de Proteção Integral (Lei Estadual n. 9.989, de 13 de janeiro de 1987). Há recreação de contato primário, tais como natação e banho, pesca amadora por barranco e pequenos barcos onde se pode ir para qualquer parte do manancial. Não foi verificada a utilização das águas do açude Jangadinha para irrigação, muito menos para hortaliças e frutas que se desenvolvam rentes ao solo.

Quanto à qualidade da água, o açude Jangadinha (no ponto de captação de água da COMPESA) apresenta alguns parâmetros em desconformidade com a classe 1 da Resolução CONAMA n. 357/05, conforme apresentado anteriormente.

Esses parâmetros estão diretamente relacionados à eutrofização de mananciais e refletem os impactos ocasionados pela ocupação urbana no entorno do corpo hídrico. O fósforo, o oxigênio dissolvido e *E. Coli* foram os parâmetros que apresentaram maior desconformidade para os limites estipulados para a classe 1 das águas doces.

O açude que se pode ter no futuro é um manancial que proporcione o uso múltiplo das águas, podendo ser utilizado para abastecimento humano, após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário.

No entanto, analisando os aspectos técnicos (qualidade da água e usos múltiplos), políticos, sociais e econômicos observa-se que o açude Jangadinha deve ser enquadrado na classe Especial devido a estar inserido em área de proteção ambiental (APP) e, quanto a esse aspecto, a legislação ambiental estabelece certas restrições quanto ao seu uso. Pela CONAMA n. 357/05, os corpos hídricos enquadrados nessa classe podem ser utilizados para abastecimento humano apenas com desinfecção, vinculando, dessa forma, o atendimento ao enquadramento pelo controle efetivo do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica.

Vale ressaltar que, de acordo com a CONAMA n. 357/05, as bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais do corpo hídrico.

Para o açude Jangadinha, como seu principal problema é a ocupação urbana no seu entorno, devem ser implementados programas de reordenação urbana, retirando os aglomerados urbanos da área da reserva ecológica, que coincide com o entorno do reservatório, implantação de sistema de esgotamento sanitário, incluindo o tratamento dos efluentes e reflorestamento da mata ciliar com a implantação de corredor ecológico. Além disso, deve ser realizadas campanhas de educação ambiental com as comunidades próximas da área da reserva.

Por outro lado, para atender a legislação ambiental, também são necessárias ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição. Com esses instrumentos implementados, bem como o reordenamento da população da área pode-se garantir o controle da qualidade da água do manancial.

CONCLUSÕES

O açude Jangadinha contribui para o abastecimento de água de populações, está fisiograficamente protegido, margeado por densa vegetação arbórea, essencial para a manutenção do equilíbrio ecológico da área, e apresentou algumas alterações de qualidade da água ao longo do período analisado.

Uso e ocupação do solo no entorno do açude Jangadinha

Constatou-se que o estado de conservação da vegetação da reserva sofreu degradação com o processo de ocupação e impermeabilização urbana em duas áreas diferentes. Dos 84,67 hectares da Reserva Ecológica Mata de Jangadinha 5,36 hectares estão ocupadas por residências subnormais, particularmente no limite da localidade de Jangadinha, não atingindo o fluxo de degradação de um ecossistema aquático (10%).

Fontes poluidoras do açude Jangadinha

Foi observado disposição irregular de grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos nas trilhas e proximidades das margens tornando o açude vulnerável para a contaminação, além de registros de atividades de lazer, recreação, banho de animais e pessoas, caça e pesca. A presença de indicadores de contaminação fecal analisados nos parâmetros submetidos confirma o despejo de esgoto *in natura* no açude Jangadinha, além de terem sido identificados pontos de banho de pessoal e animais nas proximidades das localidades de Jangadinha, Curado I e próximo ao barramento. Uma possível solução para os problemas de lançamento de efluentes e resíduos sólidos no açude Jangadinha passa, necessariamente, pelo estabelecimento de acordos com o Município assim como com o Estado e a União.

Modificações ocorridas na qualidade da água do açude Jangadinha no período de 2005 a 2013

Constatou-se, de acordo com parâmetros analisados, que houve alterações na qualidade da água do período analisado, em desacordo com a Resolução CONAMA no 357/2005, para Classe 1, particularmente os parâmetros Fósforo, Oxigênio Dissolvido e *E. Coli* para água bruta. Há a necessidade de eliminar os pontos de contaminação por efluentes domésticos ou redirecioná-los para as canaletas de coletas públicas de esgotamento sanitário eliminando a carga de matéria orgânica e demais substâncias prejudiciais à flora,

à fauna, à vida aquática e à qualidade da água do açude.

Grau de desconformidade do enquadramento do açude Jangadinha, de acordo com a Resolução CONAMA no 357/05

A análise das não conformidades entre os resultados do monitoramento do açude Jangadinha com a Resolução CONAMA 357/2005, em seu aspecto temporal permitiu que fosse estabelecido conclusões e recomendações quanto as variáveis Fósforo, OD e *E. Coli*, onde apresentaram situações mais preocupante. Uma maior concentração da população na área do entorno do açude (localidades do Curado I e Jangadinha), indica maior pressão antrópica nessas áreas produzindo efeitos negativos sobre a qualidade da água a ela associados. Devido à sua localização, por situar-se em uma Reserva Ecológica, deve-se enquadrar o açude Jangadinha, de acordo com a Resolução CONAMA no 357/2005, em Classe Especial. Diante disto para a efetivação do enquadramento na “Classe Especial”, é necessário realizar um conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas. Deve-se estabelecer metas de acordo com as necessidades e disponibilidade do açude, em termos de qualidade da água e de condições financeiras. O enquadramento deve ser difundido e discutido não apenas entre o órgão gestor de recursos hídricos e ambiental, mas com usuários da água e comunidades envolvidas. Recomenda-se a coleta de amostras de água em outros pontos de amostragem, visto que esta pesquisa realizou-se em um único ponto onde a COMPEA e CPRH realizam suas coletas. É possível que esses resultados variem se realizados em outros setores do açude tais como proximidades do pontilhão, margens nas proximidades das localidades de Jangadinha, onde há uma significativa interferência no uso e ocupação do solo, e Curado I o qual moradores depositam lixo nas proximidades das margens do açude e as utilizam para banho de animais e pessoal, além da direção do vento que é de Leste a Oeste, onde se encontra este bairro. É importante monitorar pontos estratégicos, caso a água bruta venha a ter consideráveis alterações que possam prejudicar a qualidade requerida. Destaca-se que é apresentada uma proposta preliminar para o enquadramento desse corpo hídrico corrigindo as inconsistências no açude e no uso e ocupação do solo no entorno, de modo a contribuir de forma determinante no planejamento de atividades a serem desenvolvidas na área de estudo, tais como realizar programas de efetivação de enquadramento, prever ações educativas, preventivas, corretivas, de mobilização social e de gestão aos atores envolvidos, para que se possa alcançar, através de metas progressivas, a qualidade referente à classe pretendida, onde o tratamento da água terá um custo bem menor com material, equipamentos e pessoal, e o ambiente aquático não sofrerá intervenção antrópica preservando desta forma as comunidades ali presentes. Por fim propor propostas aos poderes públicos nas três esferas para adequação aos planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de efetivação do enquadramento.

Meios para mitigar a poluição/contaminação da água, de recuperar a qualidade da água do açude Jangadinha e de orientar o uso e ocupação desordenada do solo na área no entorno

Frente aos resultados deste trabalho sugere-se a adoção de ações e convênios, articulando entre os três níveis de poder e a população, evitar a ocupação da área da reserva de forma a controlar o perímetro e fiscalizar quanto às ligações clandestinas de esgoto visando à eliminação da contaminação, aumentando os serviços ambientais e a qualidade da água para seu uso preponderante, além do fortalecimento da atuação dos órgãos fiscalizadores (CPRH, SECTMA, Companhia Independente de Policiamento do Meio Ambiente - CIPOMA e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA).

Manter o monitoramento da qualidade da água e ampliar a coleta de amostras de água bruta no ponto de captação.

Este açude apresenta boas condições de qualidade, sendo capaz de atender a todos os usos das águas atuais ou previstos, para isto, devem-se desenvolver estudos junto à população no entorno e proximidades quanto à utilização, necessidade, serviços ambientais e disponibilidade de água do açude através de cartilhas que podem ser distribuídas junto com a conta de água e através de palestras em escolas além de eventos; devem ser tomadas ações que evitem a continuidade da degradação da reserva ecológica, contaminação da água, de forma que se possa garantir seu uso múltiplo no futuro.

Que esta pesquisa seja encaminhada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do GL-2 para discussão, e compreensão de como se encontra o estado atual do açude, motivando assim a participação e o envolvimento de todos os atores da bacia, aumentando desta forma a consciência sobre a importância da área de estudo vista a proposta do enquadramento deste corpo hídrico.

Almeja-se que seja provocado um diálogo entre os órgãos gestores de recursos hídricos, os órgãos de meio ambiente, órgão de fiscalização ambiental, órgãos responsáveis pelo uso e ocupação do solo do município de Jaboatão, para a eliminação de lançamento de efluentes doméstico no açude de Jangadinha.

Esta pesquisa foi desenvolvida visando melhorias nas condições das águas do açude, porém algumas dificuldades foram encontradas, as quais são de suma importância, por isso recomenda-se estudos para o aprimoramento e complementação de futuros trabalhos.

Para tanto, permitiu verificar que o açude Jangadinha possui suas dificuldades para manter uma boa qualidade da água dentro da reserva ecológica Mata de Jangadinha visto que os órgãos competentes e responsáveis não conseguem geri-lo adequadamente. O açude apresenta suas dificuldades e obstáculos o que não impede enquadrá-lo na condição pretendida. Portanto, medidas corretivas precisam ser realizadas para ficar em suas condições naturais devendo ser encaradas como prioritárias pelos gestores, tais

como controle mais rigoroso das fontes de poluição de efluentes domésticos e fiscalização da mata e entorno.

AGRADECIMENTOS

A minha Orientadora e Co-orientadora pela transmissão dos conhecimentos nessa jornada acadêmica.

A todos o corpo docente que veio a transmitir todos os conhecimentos adquiridos nessa pós-graduação.

A todos os parceiros de sala de aula das duas linhas de pesquisa apresentada pelo referido programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental.

A Deus e minha nobre família.

A Companhia de Pernambucana de Saneamento (COMPESA) pelas informações concretas fornecidas, além do apoio nas visitas as diversas estações e açudes.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a ascensão nesse mais novo degrau da vida pessoal e profissional.

A todos aqueles que sonham em galgar algo a mais nas suas realizações pessoais e profissionais e nunca desistem, nunca enfraquecem, nunca veem obstáculo e sim mais uma etapa a ser superada.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, Sandra Tereza. **Pteridófitas de uma área remanescente de floresta atlântica do estado de Pernambuco-Brasil**. Dissertação de mestrado. Acta. Bot. Bras. (11) 2:1997.

ANA. Agência Nacional de Água. **Qualidade da água em reservatórios**. Gerenciamento da Qualidade da Água em Reservatórios. v. 3. Brasília: [2014], 58p.

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 10 ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 322p.

BATISTA, Marie Eugénie Malzac. *Et al.* **Especialização do enquadramento dos corpos d'água no Estado da Paraíba**. XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. João Pessoa: 2012.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água, origem, uso e preservação**. Coleção Polêmica. São Paulo: 1998, 9ª ed. Moderna, 71p.

BRASIL. Lei Federal nº. 9.433, de 08 de Janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/legis>>. Acesso em 20 Nov. 2013.

_____. Lei Federal nº. 9.985, de 18 de Julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Brasília: 2000a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente – CONAMA. Resolução no 274. **Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.** Brasília: 2000b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente – CONAMA. Resolução no 357. **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.** Brasília: 2005.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução no 91, de 5 Nov 2008. **Dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.** Brasília: 2008.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente – CONAMA. Resolução no 430. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.** Brasília: 2011.

CARR, Geneviève M.; NEARY, James P. **Water Quality for Ecosystem and Human Health.** Global environment Monitoring System (GEMS). Water Programme. 2nd Edition. Burlington, Ontario, Canada: 2008.

CENSO. Censo Demográfico. Aglomerados subnormais – primeiros resultados. IBGE: 2010

CHAVES, Henrique M. L., SANTOS, Loyane B. do. **Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 13 (Suplemento), p. 922-930, Paraíba: 2009.

COMPESA. **Subsistema de abastecimento Jangadinha.** Disponível em: <<http://www.compesa.com.br/saneamento/abastecimentodeagua>> Acessado em 12/06/2013. 2013a.

_____. **Relatório de Amostras por Elemento da Companhia Pernambucana de Saneamento.** Sistema de Gestão de Controle da Qualidade (SGCQ). Sistema Jangadinha de 01 Jan 2008 a 02Out2013. 2013b

CORTEZ, Henrique. **Aquecimento e Água - Série Consciência e Meio Ambiente.** Versão 15 de julho de 2004.

CPRH. **Estudos ambientais do Núcleo Metropolitano da Zona Costeira de Pernambuco.** SECTMA. **Diagnóstico do Meio Físico e Biótico e Mapa do Uso e Ocupação do Solo do Núcleo Metropolitano do Litoral Pernambucano.** Recife: 2006.

DODDS, Walter K.; BOUSKA, Wes W.; EITZMANN, Jeffrey L.; PILGER, Tyler J.; PITTS, Kristen L.; RILEY, Alyssa J.; SCHLOESSER, Joshua T.; THORNBRUGH, Darren J. Eutrophication of U.S. Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages. Environmental Science and Technology, v. 43, p 11-19. 2009.

FIDEM. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. Regiões de Governo do Estado de Pernambuco. Região Metropolitana do Recife. 1975. **Ortofotocarta.** Escala 1: 2.000. Serviço Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.: 1975.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Censo Demográfico - Aglomerados subnormais, primeiros resultados, 2010

JABOATÃO. **Plano Diretor de Jaboatão dos Guararapes**. Lei complementar nº 02/2008.

LABGEO. Unidade de Geoprocessamento do ITEP. **Mapa da Qualidade das águas de Pernambuco, bacias litorâneas**, 2011.

LUZ, Charlene Neves, *et al.* **Uso e Ocupação do solo e os impactos na qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Ipiranga**. XVIII. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

MAY, Christopher W.; HONER, Richard R.; KARR, James R.; MAR, W.; WELCH, Eugene B. **Effects of Urbanization on Small Streams Ecosystems**. *Freshwater Biology*, 37: 193-208, Seattle: 1999.

MELO, Rony. Agência Pernambucana de Água e Clima – APAC. **Banco de dados do monitoramento da qualidade da água do açude Jangadinha do período de 2005 a 2013**. E-mail, 2013

MENDONÇA, Francisco; MARQUES, Guilherme de Souza. **Degradação ambiental e qualidade da água em bacia hidrográfica de abastecimento público: Rio Timbu-PR**. UFGD, ano 2, no 3, 1º Semestre de 2011.

NORONHA, Tibério Jorge Melo de; SILVA, Héliida Karla Philippini da; MARTA, Marta Maria Menezes Bezerra. **Avaliação dos impactos antrópicos e a qualidade da água do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco, Brasil**. Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE (CIENTEC), Ano II, no 1, Fevereiro, 2010.

PERNAMBUCO. Decreto no 11.760, de 27 de agosto de 1986. Enquadra, na classificação de que trata o Decreto nº 7.269 de 05 de junho de 1981, **os cursos d'água das Bacias Hidrográficas dos rios e pequenos rios litorâneos e interioranos** que indica, e dá outras providências. Pernambuco. Diário Oficial de Pernambuco de 27/08/1986.

_____. Lei no 9.989, de 13 de janeiro de 1987. **Define as reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife**.

_____. Lei no 12.984, de 30 de dezembro de 2005. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências**.

_____. Lei no 14.324, de 3 junho de 2011. **Categoriza as Reservas Ecológicas da Região Metropolitana do Recife**.

_____. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos de Pernambuco**. Secretaria de Recursos Hídricos; Coordenação Técnica Amaury Xavier de Carvalho. – Recife: A Secretaria, 2008.

SANTOS, Irani dos, *et al.* **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento, 2001, 372p.

SIG CABURÉ. **Sistema de informações Geoambientais de Pernambuco**. Disponível em: < <http://www.sigacabure.cprh.pe.gov.br>>. Acessado em 30/09/2014.

SOUZA, Werônica Meira de. **IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES ASSOCIADOS ÀS CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE-PE**. Campina Grande: 2011. Tese de Doutorado em Recursos Naturais da UFCG. 140p.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos** - 2. Ed.- Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos** – 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2005. 452p.

TOCCHETTO, Domingos, *et al.* **Perícia Ambiental Criminal**. Campinas, SP: Millennium, 2010.

TONG, Susanna T. Y.; CHEN, Wenli. **Modeling relationship between land use and surface water quality**. Journal of Environmental Management. no 66, pg 377-393, Cincinnati:2002.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

UGEO. **Unidade de Geoinformação do ITEP**. 2014 .