

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

A (IN)COMPATIBILIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA COM O USO REQUERIDO DOS SISTEMAS AQUÁTICOS: ESTUDO DE CASO DO BAIXO RIO POXIM, SERGIPE

Erwin Henrique Menezes Schneider¹; Ingrid Carvalho Santos Oliveira²; Cristiane Neyre Almeida de Jesus³; Isadora Souza de Mélo Silva⁴; Luiz Ricardo Oliveira Santos⁵; Eduesley Santos Santana⁶; Laura Jane Gomes⁷; Gregorio Guirado Faccioli⁸ & Jailton de Jesus Costa⁹

RESUMO – O presente estudo teve por objetivo analisar determinadas características químicas da água, referentes à balneabilidade e ao enquadramento dos corpos hídricos em alguns pontos do rio Poxim, no município de Aracaju/SE. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas, baseadas nas determinações de temperatura da água e do ar, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), salinidade, nitrogênio amoniacal, fósforo total, resíduo total e coliformes termotolerantes, buscando o cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), como também do Índice de Balneabilidade (IB) em cinco pontos de coleta no respectivo corpo hídrico. As análises das águas revelaram que sua qualidade, de acordo com a classe e com o ponto coletado, variou entre os critérios “impróprio”, “não conforme” e “afastado”, salientando o distanciamento da qualidade requerida para os fins a que é destinada. Nesse sentido, é necessária a análise periódica dos índices de qualidade da água para manutenção dos serviços de abastecimento e consequente conservação da natureza.

ABSTRACT – This study aimed to analyze certain chemical characteristics of the water, bathing and related to water bodies in some points of the Poxim river, in Aracaju (Brazil). For this analysis were carried out physical-chemical properties, based on the determinations of water and air temperature, pH, turbidity, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), salinity, ammoniacal nitrogen, total phosphorus, total residue, thermo-tolerant coliforms, seeking the calculation of the Accordance Framework Index (AFI), as well as Bathing Index (BI) in five collecting points in the respective river. The analyses revealed that the water quality, according to the class and with the collected point, varied between the criteria "inappropriate", "non-conforming" and "distant", stressing

1) Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99962-3204, erwinhenrique@gmail.com

2) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99993-3852, ingridcarvalhosantosoliveira@gmail.com

3) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99946-7643, neyrecristiane@gmail.com

4) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99118-0623, isadorasouzademelo@hotmail.com

5) Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99907-3133, santos.lro@gmail.com

6) Docente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEN), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99131-1031, eduesley.santos@gmail.com

7) Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99652-2383, laurabuturi@gmail.com

8) Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99652-2383, gregorioufs@gmail.com

9) Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, (79) 99981-7561, jaicosta.se@gmail.com

the distanced of the quality required for the purposes to which it is destined. In this sense, there is a need for periodic analysis of water quality indexes for maintenance supply services and consequent conservation of nature.

Palavras-Chave – Aracaju. Qualidade de Água. Rio Poxim. Unidades de Conservação.

INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UC) são locais nos quais o manejo do uso da natureza compreende a preservação, manutenção, utilização sustentável, restauração e recuperação do ambiente natural objetivando produzir benefícios às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras e garantir a sobrevivência dos ecossistemas em geral (BRASIL, 2000). Assim sendo, são espaços territoriais onde o uso humano, em diferentes níveis e com diferentes propósitos, é legalmente limitado ou proibido, sendo assim decorrente da necessidade humana de se proteger de suas próprias atitudes (MILANO, 2002).

Em contrapartida, a ineficiência dessa solução manteve sem resposta uma questão essencial para as atuais UC's, isto é, o problema de como executar a conservação da biodiversidade, mantendo a ocupação humana em seu interior (TEIXEIRA, 2005). Atualmente, a resposta dos diversos agentes envolvidos com a gestão de áreas protegidas refere-se à promoção do desenvolvimento sustentável, como observado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Assim, partindo da ideia de uso sustentável, o SNUC estabelece como um de seus objetivos a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais (BRASIL, 2000), regulamentando a noção de desenvolvimento sustentável trazida na Rio-92, apesar de a ideia já se manifestar em certas categorias de UC's, no Brasil, desde 1980 (TEIXEIRA, 2005).

Dessa forma, a água e o solo – através da bacia hidrográfica – representa um excelente instrumento de controle para verificar a eficiência do uso das UC's, conforme seus objetivos propostos (proteção integral ou uso sustentável) visto sua a velocidade de resposta mediante as ações antrópicas e seu potencial de instrumentação, monitoramento, manejo e exploração, além de que muitas UC's são e foram criadas para proteger os recursos hídricos.

Com o intuito de proteger e regulamentar o uso das águas, a Lei Federal n.º 9.433/1997 (BRASIL, 1997), por meio do instrumento do Enquadramento dos corpos hídricos e a Resolução n.º 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005), através de critérios qualitativos a serem obedecidos para o enquadramento dos corpos hídricos são importantes ferramentas no que se refere à gestão integrada de qualidade e quantidade de água e seus múltiplos usos. O monitoramento dos ecossistemas aquáticos brasileiros deve, preferencialmente, promover uma comparação entre a condição ambiental observada, por meio das variáveis da água e a situação

desejável, norteadas pela Resolução CONAMA n.º 357/05, de acordo com a classe em que o ambiente aquático foi enquadrado em função do uso proposto pela sociedade.

O monitoramento ambiental, portanto, possui relevante importância por permitir, em longo prazo, o conhecimento das tendências de evolução da qualidade das águas, por meio da quantificação de variáveis físicas, químicas e biológicas, e viabilizar, desse modo, o amplo diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica estudada. Esse diagnóstico, seja de sistemas de água doce ou de água salobra/salgada, pode permitir a avaliação das respostas dos ambientes aquáticos (em termos espaciais e temporais) aos impactos antrópicos na sua área de drenagem ou de influência (CALIJURI; CUNHA; POVINELLI, 2010).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo analisar determinadas características químicas da água, referentes à balneabilidade e ao enquadramento dos corpos hídricos em alguns pontos da calha do rio Poxim, no município de Aracaju/SE.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Área de Estudo

O Parque do Poxim (Figura 1), criado pelo Decreto n.º 5.370/2016 (ARACAJU, 2016), é uma das áreas remanescentes de vegetação nativa no município de Aracaju/SE, formado predominantemente por ecossistema de Manguezal, abrangendo uma área de cerca de 1,8 km². Está localizado dentro dos limites dos bairros Inácio Barbosa, Farolândia e São Conrado, correspondendo ao último remanescente de manguezal de área contínua conservada do município em questão.

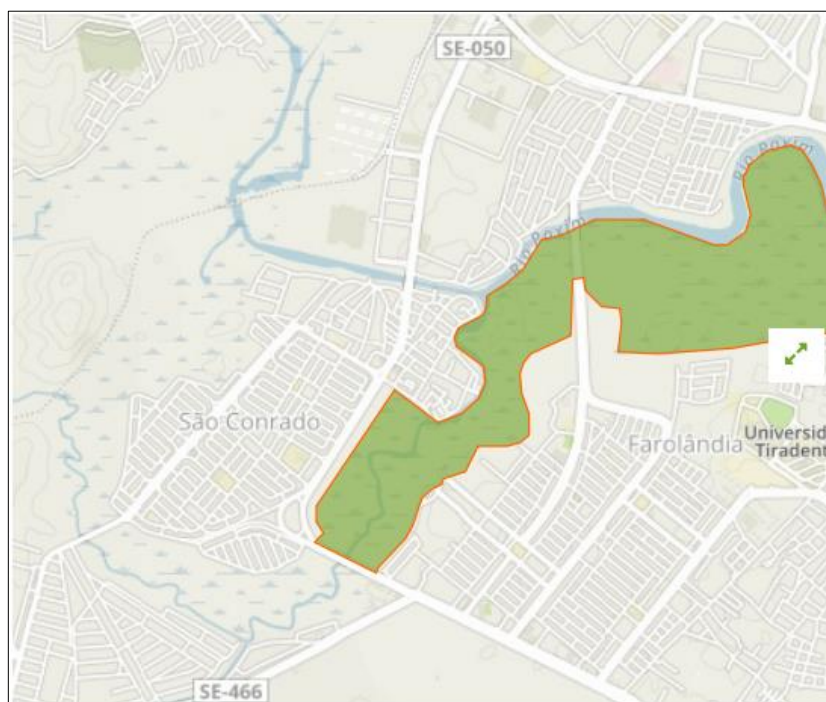


Figura 1. Localização do Parque Natural Municipal do Poxim.

O mencionado Parque é classificado como uma UC de Proteção Integral, na categoria Parque Natural, conforme classificação do SNUC. A área estudada sofre uma grande pressão antrópica de ocupação e desmatamento devido à sua localização centralizada e a grande especulação imobiliária que ocorre na área, considerando a constante expansão dos bairros do entorno. Além disso, o Parque encontra-se já no final do rio Poxim, o que significa que sofre com todo o efluente lançado sem o devido tratamento em seu corpo hídrico.

O rio Poxim é um rio de dominialidade estadual e apresenta, em sua totalidade, 125,81 km de extensão (SERGIPE, 2006), sendo um afluente do rio Sergipe por sua margem direita. A área de drenagem da bacia do rio Poxim compreende 346,72 km² (SERGIPE, 2010) na qual estão inseridos os municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e Aracaju. Os principais rios da bacia, se situa na porção leste do Estado, são o Poxim-Mirim, o Poxim-Açu e o Pitanga. Apresenta, em sua maior parte, clima tropical úmido e vegetação típica da Mata Atlântica.

O uso do solo na bacia do rio Poxim caracteriza-se por ocupação urbana e industrial, áreas cultivadas com cana de açúcar, áreas irrigadas, áreas de Mata Atlântica e Manguezais e áreas de exploração de petróleo (ARACAJU, 2008). Assim, dentre as atividades econômicas presentes na bacia destacam-se o setor de serviços, industrial e agropecuário, por meio da cana de açúcar e bovinocultura (SERGIPE, 2006).

Atualmente as águas do rio Poxim são destinadas ao abastecimento de parte da população da Grande Aracaju. Pode-se classificar, como usos predominantes das águas em todo comprimento da referida bacia, o abastecimento público e industrial, afastamento de efluentes domésticos, industriais e agrícolas, pesca, irrigação, navegação e atividades de lazer e turismo (ARACAJU, 2008). No período de 2011 a 2017, a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) realizou sete campanhas de monitoramento da qualidade da água em cinco pontos diferentes, situados ao longo de todo o rio, como mostrado na Figura 3.



Figura 3. Localização dos pontos de coleta na calha do rio Poxim.

Legenda: Ponto 1 - Barragem de captação de água para abastecimento da DESO nas proximidades do *Campus* da UFS, São Cristóvão. Ponto 2 - Imedições da ponte do Bairro Jabotiana, Aracaju. Ponto 3 - Imedições da ponte do Bairro São Conrado, Aracaju. Ponto 4 - Imedições da ponte do Bairro Inácio Barbosa, Aracaju. Ponto 5 - Imedições do atracadouro do Parque dos Cajueiros, Aracaju.

Instrumentais e técnicas de pesquisa

As análises físico-químicas realizadas foram baseadas nas determinações de temperatura da água e do ar, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), salinidade, nitrogênio amoniacal, fósforo total, resíduo total e coliformes termotolerantes. Os valores dos parâmetros pH, turbidez, OD, DBO, nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes foram utilizados para o cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) nos cinco pontos de coleta. Os valores do parâmetro coliformes termotolerantes foram utilizados para o cálculo do Índice de Balneabilidade (IB) nos pontos 04, localizado mais próximo à UC, e 05, situado em um local utilizado para práticas recreativas como remo e pesca.

A balneabilidade, segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2004), é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, em que há possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis. O parâmetro indicador básico para classificação dos corpos hídricos com relação à balneabilidade é sua densidade de coliformes termotolerantes.

No Brasil, a Resolução CONAMA n.º 357/05 trata da balneabilidade, introduzindo a possibilidade da utilização de critérios específicos e os microrganismos indicadores de contaminação

fecal, como a *Escherichia coli* e os Enterococos (BRASIL, 2005), a qual terá sua condição avaliada nas categorias Própria (Excelente, Muito boa ou Satisfatória) e Imprópria, em função da densidade de coliformes termotolerantes, *E. coli*, Enterococos ou Coliformes Totais (em águas marinhas), amostrados durante cinco semanas consecutivas ou cinco amostragens com intervalo mínimo de 24 horas entre as mesmas (Quadro 1).

Quadro 1. Balneabilidade das águas.

Categoria		Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais do tempo	-
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais do tempo	-
	Satisfatória	Máximo de 1000 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais do tempo	-
Imprópria		Superior a 1000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo	-
		Maior que 2500 na última medição	Maior que 2000 na última medição	Maior que 400 na última medição	Maior que 5000 na última medição

Fonte: CONAMA n.º 357 (BRASIL, 2005)

Assim, para classificação das águas, utilizou-se, entre os três parâmetros apresentados, o de concentração de coliformes termotolerantes, visto sua facilidade de medição e análise, de sua abrangência e de sua presença constatar, de forma definitiva, o lançamento de efluentes sem tratamento no corpo hídrico, vide a proibição da deposição de efluentes poluentes nas águas no leito do Rio Poxim ou em qualquer outra área da UC (ARACAJU, 2016).

O instrumento do Enquadramento dos Corpos Hídricos trabalha com um prognóstico dos usos da bacia hidrográfica, definindo rumos e medidas a serem adotados de forma a se alcançar a qualidade almejada (BRASIL, 1997), sendo assim considerado, além de um instrumento de gestão e planejamento, um instrumento de quantificação da eficiência das metas contidas nos Planos de Bacia. Para inventário dos usos de água disponíveis em uma região, bem como para fixação de objetivos no planejamento e gestão da oferta futura, tem-se adotado o critério de enquadramento dos mesmos em classes de qualidade. Cada classe é definida por atributos que caracterizam objetivos da qualidade a ser preservada ou recuperada, tendo em vista os usos preponderantes dos recursos, ou seja, os usos mais exigentes, limitantes de qualidade na classe.

Foram instituídas cinco classes de água doce, desde a chamada Classe Especial, que possibilita uso doméstico sem tratamento ou com simples desinfecção, até a Classe 4, em que preponderam usos de menor exigência de qualidade, como a navegação e a harmonia paisagística, com sacrifício, portanto, de seu valor para usos mais nobres. Os critérios a serem obedecidos para o enquadramento dos corpos hídricos, bem como os objetivos de qualidade e os padrões ambientais correspondentes a cada classe de uso, também estão definidos na Resolução n.º 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

A preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e sua proteção, objetivos das UCs, são enquadrados nas Classes Especial à 2 para águas doces e Classe Especial e 1 para águas salobras e salinas (BRASIL, 2005). Dessa forma, a água deve obedecer determinados critérios de qualidade caso sejam enquadradas nesses termos, onde na Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo d'água. O ICE é uma adaptação de um modelo de indicador de qualidade da água desenvolvido pela subcomissão técnica de qualidade da água do Canadá, o *Canadian Council of Ministers of the Environment: Water Quality Guidelines* (CCME, 2006). Sua escolha deu-se por sua facilidade de aplicação e por permitir sua adaptação à verificação da condição de conformidade da situação do corpo hídrico ao seu enquadramento segundo os usos preponderantes (AMARO, 2009).

Apesar de haver estudos de enquadramento dos corpos hídricos da referida bacia, estes ainda não foram oficialmente publicados, apesar de terem sido aprovados por seu Comitê, em virtude disso, conforme o art. 42 da Resolução CONAMA n.º 357/05 (BRASIL, 2005) considera-se que os corpos hídricos da bacia estejam enquadrados em Classe 2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação à balneabilidade, o resultado do parâmetro coliformes termotolerantes nos pontos de coleta 02 a 05 foram comparados com o Quadro 1. O trecho teve classificação “Imprópria” de acordo com o CONAMA n.º 357/05. Essa situação é ocasionada possivelmente pelo lançamento de efluentes domésticos sem tratamento em grande parte do percurso do rio Poxim, que margeia bairros de Aracaju que ainda têm um sistema de coleta e tratamento de esgoto incipiente. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), para o ano de 2016, cerca 30% do esgoto desta capital era coletado, e destes, sua totalidade é tratado (SNIS, 2018).

O escasso número de coletas – apenas quatro em sete anos – impede não apenas a análise da evolução do IB como também a própria determinação do índice – amostragens em cinco semanas consecutivas ou cinco amostragens com intervalo mínimo de 24 horas. Ainda assim considerou-se relevante o cálculo do IB no ponto analisado em virtude de os locais serem próximos à uma UC e atracadouro, que permitem e possibilitam turismo ecológico e atividades recreativas. Com relação ao

cumprimento das metas de qualidade estabelecidas pelo enquadramento do rio Poxim, a Figura 4 apresenta os resultados do ICE aplicados aos cinco pontos de coleta.

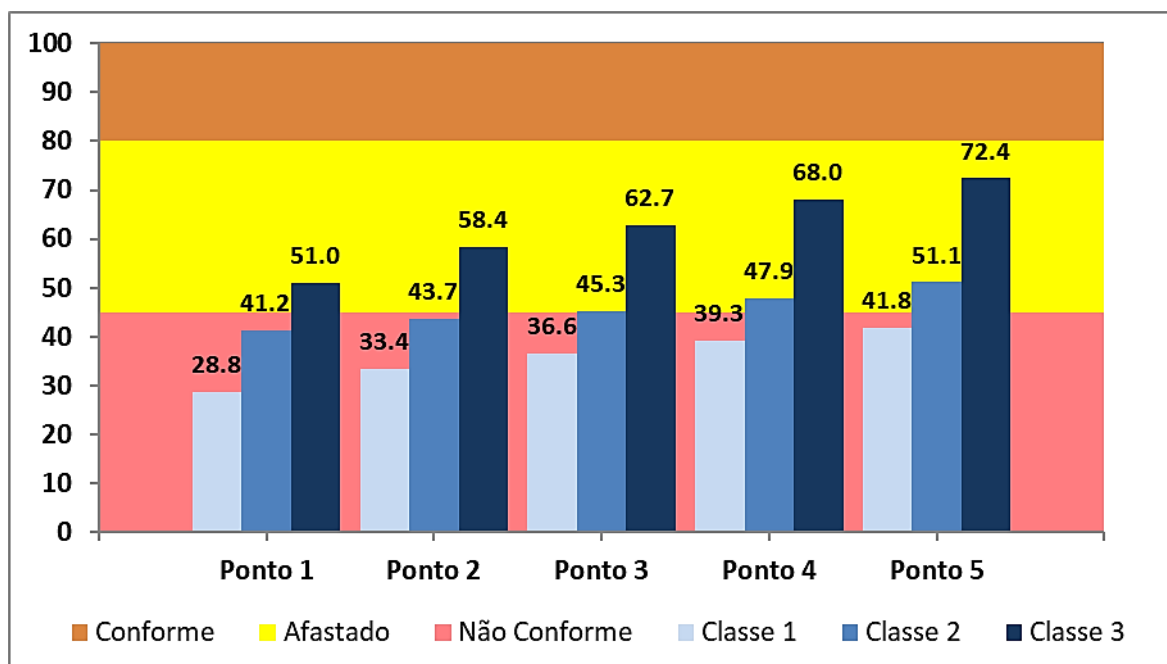


Figura 4. Índice de Conformidade ao Enquadramento do trecho monitorado.

O ponto 1, localizado na barragem de captação de água para abastecimento público, mostra-se com nível de qualidade “Não Conforme” para Classe 2 e “Afastado” para Classe 3, em virtude principalmente da ocupação ilegal no leito menor do rio Poxim, resultando no lançamento de resíduos sólidos e efluentes no corpo hídrico.

Os pontos 2 a 5, localizados nas imediações do Parque do Poxim se encontra “Afastado” e “Não Conforme” para classe 2, requerida por seu uso, também em virtude do que foi exposto anteriormente. É importante destacar que além da carga orgânica originada do lançamento ilegal de esgotos domésticos, a UC estudada também sofre com o lançamento de efluentes e resíduos sólidos de microempresas e estabelecimentos comerciais, atividades estas de destaque na região. Observa-se que o nível de qualidade das águas do rio Poxim no trecho analisado se encontra “Afastado” da meta para Classe 3. O menor afastamento dos padrões desejados é obtido no ponto 5, situado nas imediações do Atracadoiro do Parque dos Cajueiros, por conta da intrusão salina nesta região que auxilia na depuração da carga orgânica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do enquadramento dos corpos hídricos para a bacia hidrográfica do rio Sergipe, onde localiza-se a sub-bacia do rio Poxim, já ter sido aprovado pelo seu comitê, ele ainda não está em vigência. Em virtude disso, conforme o art. 42 da Resolução CONAMA n.º 357/05, considera-se que

seus corpos hídricos estão enquadrados na Classe 2 (BRASIL, 2005). Dessa forma, o trecho referente aos pontos amostrais no curso do rio Poxim estão classificados como “Não Conforme” e “Afastado” deste enquadramento para a classe requerida ao uso de unidade de conservação.

Com relação ao Índice de Balneabilidade, a sua classificação como “Impróprio” torna preocupante sua situação, em virtude de se tratar de locais regulamentados a atividades de recreação de contato primário e secundário. Os resultados mostram que medidas devem ser tomadas para recuperar a qualidade das águas do rio Poxim. Apesar de não haver captação para abastecimento humano nas imediações dos pontos analisados, o rio cruza uma unidade de conservação classificada como Parque Natural, onde permite-se o turismo ecológico e atividades recreativas. Sabe-se que uma das principais funções de unidades de conservação é produzir benefícios às atuais e futuras gerações, a qualidade das águas desse corpo hídrico tem potencial de prejudicar a saúde da comunidade que venha a utilizá-las.

REFERÊNCIAS

- AMARO, C.A. (2009). “Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento”. 224 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.
- ARACAJU. (2008). Prefeitura Municipal de Aracaju – SEPLAN. “Estudo de Impacto Ambiental referente ao projeto de construção da ponte sobre o rio Poxim, ligando o bairro Inácio Barbosa ao bairro Augusto Franco de Aracaju”. Volume I – Relatório. 300 p. Aracaju/SE.
- ARACAJU. (2016) Decreto n.º 5.370, de 2 de agosto de 2016. Dispõe sobre a criação do Parque Natural Municipal do Poxim, no âmbito do Município de Aracaju, e dá providências correlatas. Aracaju/SE.
- BRASIL. (1997). Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. v. 21. Brasília, DF.
- BRASIL. (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2019.
- BRASIL. (2000). Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade das águas brasileiras. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em 14 de abril de 2019.
- CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F.; POVINELLI, J. (2010). “Sustentabilidade: um desafio na gestão dos recursos hídricos”. EESC-USP São Carlos/SP, 80 p.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. (2004). Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, 2003. São Paulo: CETESB, 2004. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/biblioteca_virtual/bv_informativos_tecnicos/Relat%C3%B3rio%20Anual.pdf. Acesso em 13 de dezembro de 2018.

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. (2006). A Sensitivity Analysis of the Canadian Water Quality Index. Disponível em: <http://www.ccme.ca/files/Resourcess/water/water_quality/pn_1355_wqi_sensitivity_analysis_rpt.pdf>. Acessado em 13 de dezembro de 2018.

MILANO, M.S. (2002). “Porque existem as Unidades de Conservação?”, in Unidades de Conservação: atualidades e tendências. Org. por Milano, M.S., Ed. Fundação O Boticário, Curitiba – PR, pp. 193-208.

SERGIPE. (2006). Diagnóstico e avaliação ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão em Sergipe. FAPESSE. Sergipe, 2006.

SERGIPE. (2010). Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos: Diagnóstico das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, considerando a qualidade e quantidade da água. Volume 1: Levantamento, inventário e estudo dos recursos hídricos superficiais. Tomo II: Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Aracaju: SEMARH.

SILVA, J.L.; TONELLO, K.C. (2014). “Morfometria da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas–SP”. Irriga, (19-1), pp.103.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. (2018). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2016. SNIS. Brasília/DF.

TEIXEIRA, C. (2005). “O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a "naturalização" do social”. Rev. bras. Ci. Soc., (20-59), pp.51-66.