



DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) EM RIO URBANO LOCALIZADO NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Determination and evaluation of the trophic state index (TSI) in urban river locates in the state of Ceará, Brazil

Determinación y evaluación del índice de estado trófico (EIT) en el río urbano ubicad en el estado de Ceará, Brasil

Francisco Bruno Monte Gomes¹

Davis Pereira de Paula²

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo analisar o índice de estado trófico no rio Acaraú localizado em Sobral-Ceará-Brasil. A metodologia consistiu em revisões bibliográficas, análises de campo, delimitação de cinco pontos amostrais ao longo do trecho fluvial, culminando na coleta de amostras de água e avaliação dos parâmetros de Clorofila "A" e Fósforo Total, no período de março/2015 a março/2016. O trecho do rio Acaraú no espaço urbano de Sobral foi dividido em cinco trechos principais, abrangendo entrada e saída. A Clorofila "A" apresentou uma crescente nas estações PT-3 (40,0 µg/L), PT-4 (32,0 µg/L), nos meses de setembro/15 e PT-5 (12,5 µg/L), para o mês de março/16, os menores resultados foram nas estações PT-1 (6,2 µg/L a 9,0 µg/L), PT-2 (6,7 µg/L a 8,0 µg/L). O Fósforo Total variou entre 0,02 mg/l em agosto/15 na estação PT-1 a 22,5 mg/l em dezembro/15 da estação de coleta PT-5. O cálculo do IET (Índice de Estado Trófico) se mostrou com nível de predominância no grau mesotrófico nos pontos PT-1, PT-3 e PT-5, entre agosto/15 a dezembro/15. O grau hipereutrófico foi resultado nos pontos PT-3, PT-4 e PT-5, afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Portanto, conclui-se que as águas no rio Acaraú apresentaram vulnerabilidades aos processos de eutrofização, se fazendo necessária a implantação de um planejamento urbano eficiente.

Palavras-chave: Eutrofização; Poluição hídrica; Qualidade de água; Rio urbano.

ABSTRACT

The aim of this research was analyze the trophic state index in the Acaraú river located in Sobral-Ceará-Brazil. The methodology consisted of bibliographic reviews, field recognition, delimitation of five sampling points along the river, culminating in the water sampling and

¹ Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC). Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Email: gomesdebruno@hotmail.com.

² Doutor das Ciências do Mar, da Terra e do Ambiente (Universidade do Algarve, Portugal). Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Email: davispp@yahoo.com.br.

evaluation of the parameters of Chlorophyll "A" and Total Phosphorus, from March/2015 to March/2016. The section of the Acaraú River in the urban space of Sobral was divided into five main sections, including entrance and exit. Chlorophyll "A" increased in PT-3 (40.0 µg/L), PT-4 (32.0 µg/L) in September/15 and PT-5 (12.5 µg/L), for the month of March/16, the lowest results were in PT-1 (6.2 µg/L at 9.0 µg/L), PT-2 (6.7 µg/L at 8.0 µg/L). Total Phosphorus ranged from 0.02 mg/L to 22.5 mg/L (August/15– December/15) at the PT-5 sampling point. The TSI (Trophic State Index) showed that there was predominance on mesotrophic degree at points PT-1, PT-3 and PT-5 among August/15 and December/15. The hypereutrophic degree that was found in points PT-3, PT-4 and PT-5, were the results of a significant influence by high concentrations of organic matter and nutrients. Therefore, it is concluded that the waters in Acaraú River presents vulnerabilities to the eutrophication processes, and it is necessary to implement efficient urban planning.

Keywords: Eutrophication; Water pollution; Water quality; Urban river.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo analizar el índice de estado trófico en el río Acaraú ubicado en Sobral-Ceará-Brasil. La metodología consistió en revisiones bibliográficas, análisis de campo, delimitación de cinco puntos de muestreo a lo largo de la sección del río, que culminó con la recolección de muestras de agua y la evaluación de los parámetros de Clorofila "A" y Fósforo Total, de marzo/2015 a marzo/2016. El tramo del río Acaraú en el espacio urbano de Sobral se dividió en cinco tramos principales, que incluyen la entrada y la salida. La clorofila "A" presentó un crecimiento en las estaciones PT-3 (40.0 µg/L), PT-4 (32.0 µg/L) en septiembre/15 y PT-5 (12.5 µg/L). L, para el mes de marzo/16, los resultados más bajos fueron en PT-1 (6.2 µg/L a 9.0 µg/L), PT-2 (6.7 µg/L a 8.0 µg/L). El fósforo total varió de 0.02 mg/l en agosto/15 en la estación PT-1 a 22.5 mg/l en diciembre/15 desde la estación de recolección PT-5. El cálculo del EIT (Índice de estado trófico) fue predominantemente mesotrófico en PT-1, PT-3 y PT-5, del 15 de agosto al 15 de diciembre. El grado hipereutrófico se obtuvo en los puntos PT-3, PT-4 y PT-5, significativamente afectados por las altas concentraciones de materia orgánica y nutrientes. Por lo tanto, se concluye que las aguas del río Acaraú presentan vulnerabilidades a los procesos de eutrofización, lo que hace necesaria la implementación de una planificación urbana eficiente.

Palabras clave: Eutrofización; Contaminación del agua; Calidad del agua; Río urbano.

INTRODUÇÃO

Na medida em que a população cresce, o uso de um determinado corpo hídrico superficial (rio, açude, canal ou lagoa) eleva as demandas e contribui no aumento dos impactos ambientais nos referidos ambientes.

O desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras geralmente é acelerado e desordenado, além disso, é notória a falta de infraestrutura do saneamento, principalmente no que diz respeito à coleta e tratamento de esgotos domésticos, resíduos sólidos e drenagem urbana CANHOLI (2005); BRITES (2005). Isso tem repercutido diretamente na qualidade da água das cidades, principalmente em relação à matéria orgânica e aos nutrientes (nitrogênio e fósforo), sendo que estes últimos podem causar eutrofização (aumento na carga de nutrientes) em reservatórios e cursos d'água.

No Estado do Ceará, o problema da eutrofização tem sido atribuído a fatores como a erosão intensa e aumento do assoreamento dos reservatórios, altas cargas poluidoras e baixas profundidades dos lagos e reservatórios (FIGUEIREDO et al., 2007).

Um levantamento realizado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH, 2015) mostrou que cerca de 80% dos 153 reservatórios monitorados por ela, os quais possuem volumes variando entre aproximadamente 1,0 e 6700 hm³, já apresentavam estado eutrófico ou hipereutrófico. Estima-se que a eutrofização também atinja uma parcela significativa de reservatórios com volumes inferiores a 1,0 hm³, os quais apresentam, em geral, baixas profundidades e condições precárias de proteção ambiental, sendo, portanto, mais susceptíveis ao problema.

Os índices de qualidade são considerados instrumentos de comunicação com a sociedade de temas científicos complexos e importantes para avaliação da qualidade do estado de degradação dos recursos hídricos (CHAMBERS et al., 2012).

Um IET funciona como um registro das atividades humanas em várias bacias hidrográficas, podendo permitir o planejamento, o controle da eutrofização e os usos dessas bacias (MAIA, 2015).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi classificar as águas do médio curso do Rio Acaraú, localizado no trecho urbano de Sobral, interior norte do estado do Ceará, por meio da determinação do grau de trofia.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

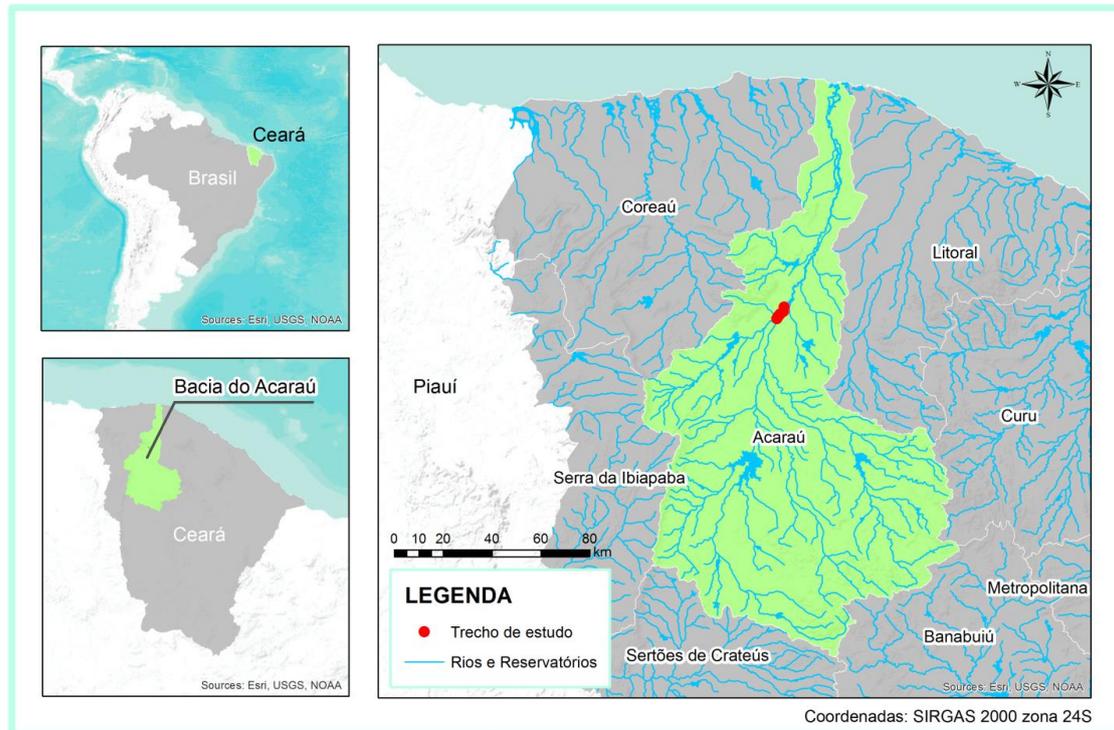
O município de Sobral está localizado na região Noroeste do Estado do Ceará, a aproximadamente 240 km da capital cearense, Fortaleza. Tem na sua estrutura territorial a seguinte divisão: 16 distritos (Aprazível, Aracatiaçu, Baracho, Bilheira, Bonfim, Caioca, Caracará, Jaibaras, Jordão, Patos, Patriarca, Pedra de Fogo, Rafael Arruda, São José do Torto, Salgado Dos Machados e Taparuaba), sendo que, a sede urbana é compartimentada em 37 bairros.

Encontra-se entre as coordenadas geográficas 3°41'10" de latitude sul e 40°20'59" de longitude norte e está a uma altitude de 70 m. Nessa região, o clima característico é o semiárido, caracterizado por elevadas temperaturas, situando-se em torno de 25°C a 29°C. Com pluviosidade média de 821,6, considerando período chuvoso entre janeiro a maio (IPECE, 2014).

O acesso aos serviços de saneamento básico no município aponta que 66,5% dos domicílios contam com rede de esgoto, enquanto que 21,8% possuem esgoto por fossa e 11,7% têm esgoto a céu aberto. Com relação ao abastecimento de água, em torno de 90% da população total é atendida pela rede pública. Já a coleta dos resíduos sólidos urbanos representa 42% com frequência diária; 45%, com frequência de duas ou três vezes por semana; e 13%, com frequência de uma vez por semana, direcionados ao aterro sanitário municipal (PMSB, 2013).

A cidade de Sobral está situada no médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú. Esta bacia está no setor norte-ocidental do estado, estando limitando-se a oeste e a sudoeste, respectivamente, pelas bacias do Coreaú e do Poti-Longá, a leste e a sudeste, pelas bacias do Litoral e do Curu. O seu rio principal leva o mesmo nome da bacia, Acaraú, possuindo uma extensão de 315 km, predominantemente no sentido sul-norte. Os seus principais afluentes são os rios Groaíras, Jacurutu, Macacos e Jaibaras, os quais formam importantes sub-bacias, ocupando uma área da ordem de 14.423,00 Km², o que corresponde a 10% do território cearense, como mostra a figura 1 (COGERH, 2009).

Figura 1: Localização do rio Acaraú na referida bacia hidrográfica.



Fonte: Autores (2017).

O rio, no perímetro urbano de Sobral delimita-se a Sudoeste pela BR-222 e a Noroeste pelo trecho marginal ao bairro Novo Recanto. Recebe um importante afluente, o rio Jaibaras, represado no açude Ayres de Souza antes de chegar à cidade, no sentido sudeste. Esse rio cobre a maior parte do território do município nas porções central e oeste.

O espaço do estudo possui uma extensão sul-norte de 15 km, sua largura pode ultrapassar os 100 m de uma margem a outra e atingir profundidade máxima de 3 m. Nos espaços a montante e a jusante das pontes de acesso à cidade, esses valores decaem bastante, equivalendo a uma largura média de 15 m, enquanto que as profundidades não ultrapassam 1,7 m.

Procedimentos técnicos

No presente estudo, a metodologia utilizada constituiu-se, num primeiro momento, de resgate bibliográfico, com leitura de livros, artigos de jornais e revistas, artigos científicos, dissertações e teses equivalentes à temática principal do trabalho: qualidade de água, índices de Estado tróficos e Eutrofização.

Além do embasamento teórico, a pesquisa totalizou-se na oferta de outras três etapas, as quais se dividiram em: I. Coleta das amostras de água/Análise laboratorial, II. Acompanhamento conforme legislação ambiental vigente: Resolução CONAMA nº 357/2005, III. Aplicação dos modelos matemáticos para conhecimento do IET (Índice de Estado Trófico)-Método de LAMPARELLI (2004) e IV. Monitoramento e integração dos dados e informações.

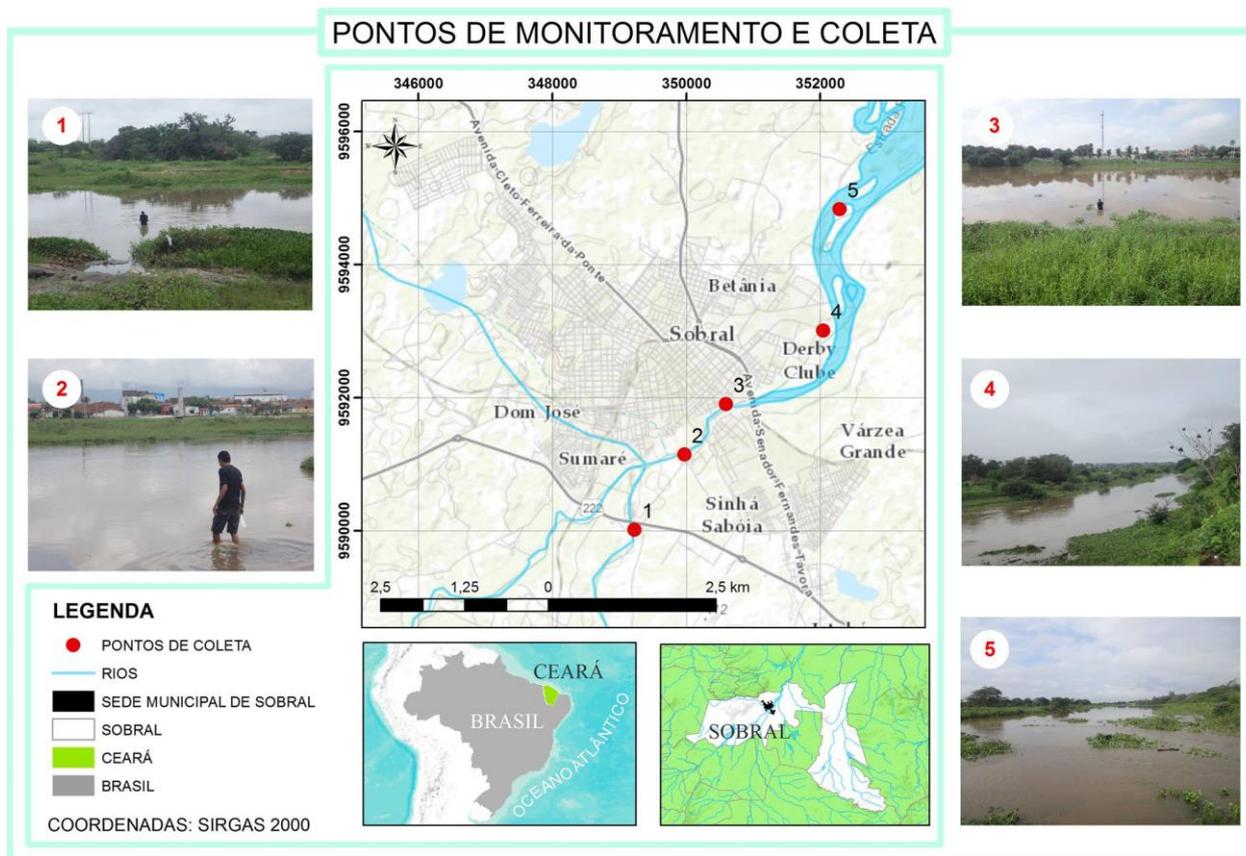
As amostras de água foram coletadas no período de março/15 a março/16, pelo turno da manhã, sem interrupções, totalizando 13 períodos amostrais, sendo que, uma etapa foi destinada para identificação e caracterização da área. Através dos estudos de campo foram estabelecidos 05 pontos de monitoramento ao longo do trecho urbano do rio Acaraú em Sobral (Figura 2 e Tabela 1). Os pontos de coleta foram georreferenciados em campo com auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) *Garmin* série eTrex.

Sendo analisados 02 parâmetros fundamentais: Clorofila-A (CL) e Fósforo Total (PT). Em cada ponto de acompanhamento coletou-se, sempre que possível, no meio do rio. Essa amostra única por ponto se justifica pelas características morfológicas do rio, por ser estreito (menos de 20 m de largura na maior parte do trecho intraurbano) e por ser raso (menos de 3m de profundidade), o que não justificaria a coleta de amostras de fundo.

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Água e Efluentes e Microbiológico de Águas e Efluentes, do Eixo de Ambiente, Saúde e Segurança do Instituto

Federal do Ceará- Campus Sobral. Suas determinações foram oriundas de metodologias específicas referenciadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), conforme se descreve no quadro 1.

Figura 2: Pontos de monitoramento e coleta



Fonte: Autores (2017).

Tabela 1: Pontos amostrais com coordenadas geográficas.

Pontos	Coordenadas Geográficas em UTM
PT-1	349230/9590017
PT-2	349976/9591149
PT-3	350592/9591905
PT-4	352048/9593011
PT-5	352293/9594836

Quadro1: Metodologias de análises laboratoriais de água e legislação ambiental.

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA	CONAMA N° 357/05- CLASSE II
Fósforo Total	Espectrofotométrico do Ácido Ascórbico	APHA, 2005	≤ 0,10
Clorofila "A"	Espectrofotométrico	APHA, 2005	≤ 30

A escolha dos pontos foi definida visando caracterizar os contrastes urbanos ao longo do rio Acaraú em Sobral. Outros critérios também foram adotados, como a morfologia do rio, o tipo de uso presente na margem, o tipo de atividade desenvolvida em contato com o rio e a presença de estruturas que interrompam o fluxo normal do rio.

Aplicação do cálculo do Índice de Estado Trófico- IET

No modelo matemático proposto por Lamparelli (2004) a classificação para os índices de estado trófico se divide em: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico. O método leva em consideração a concentração de Fósforo Total (PT) e Clorofila "A" (CL), na tabela é possível observar esses níveis de classificação e o significado ambiental de cada item (Quadro 2).

Quadro 2: Faixas de Classificação do IET.

VALOR DO IET	GRAUS DE TROFIA	CARACTERÍSTICAS
IET ≤ 47	ULTRAOLIGOTRÓFICO	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET ≤ 52	OLIGOTRÓFICO	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença nutrientes.
52 < IET ≤ 59	MESOTRÓFICO	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET ≤ 63	EUTRÓFICO	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.

63 < IET ≤ 67	SUPEREUTRÓFICO	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
IET > 67	HIPEREUTRÓFICO	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, como comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2009); LAMPARELLI (2004).

Em rios, o cálculo do IET, a partir dos valores de fósforo total, é feito pela fórmula, segundo LAMPARELLI (2004) (consequentemente foi o utilizado no estudo):

$$\text{IET (PT)} = 10 * (6 - ((0,42 - 0,36 * (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad (1)$$

$$\text{IET (CL)} = 10 * (6 - ((-0,7 - 0,6 * (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20 \quad (2)$$

Foi realizada a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila "a", segundo a equação:

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2 \quad (3)$$

Apresentar de forma sucinta os materiais e métodos utilizados, tais como: método empregado, população e amostra, técnicas, instrumentos e procedimentos de coleta de dados e procedimentos de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fósforo Total (PT)

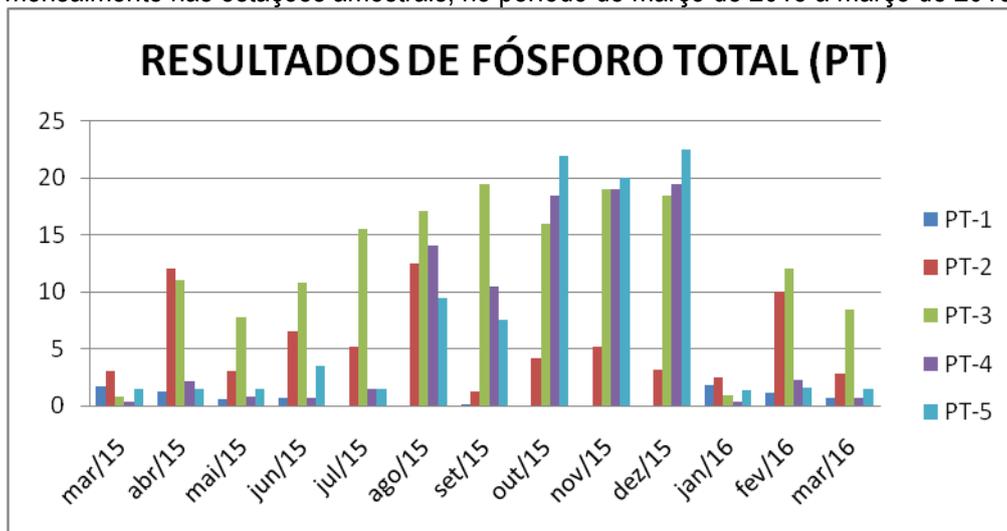
O fosfato pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e

pesticidas. Em corpos d'água são elementos fundamentais para o controle das taxas de crescimento de algas e cianobactérias (SAWYER et al., 1994).

As atividades antropogênicas determinam as descargas de esgotos sanitários, matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas (CETESB, 2012).

A concentração de fósforo no rio Acaraú variou de 0,02 mg/l em agosto de 2015 da estação de coleta PT-1 a 22,5 mg/l em dezembro de 2015 da estação de coleta PT-5. Analisando a variação temporal deste parâmetro observou-se maiores níveis de concentração durante o período de estiagem seguidos de um decréscimo significativo nos meses onde se verificou maiores índices pluviométricos (Janeiro e Março de 2016), Gráfico 1.

Gráfico 1: Resultado da variável Fósforo Total (PT), nas amostras de água, coletadas mensalmente nas estações amostrais, no período de março de 2015 a março de 2016.



Fonte: Autores (2017).

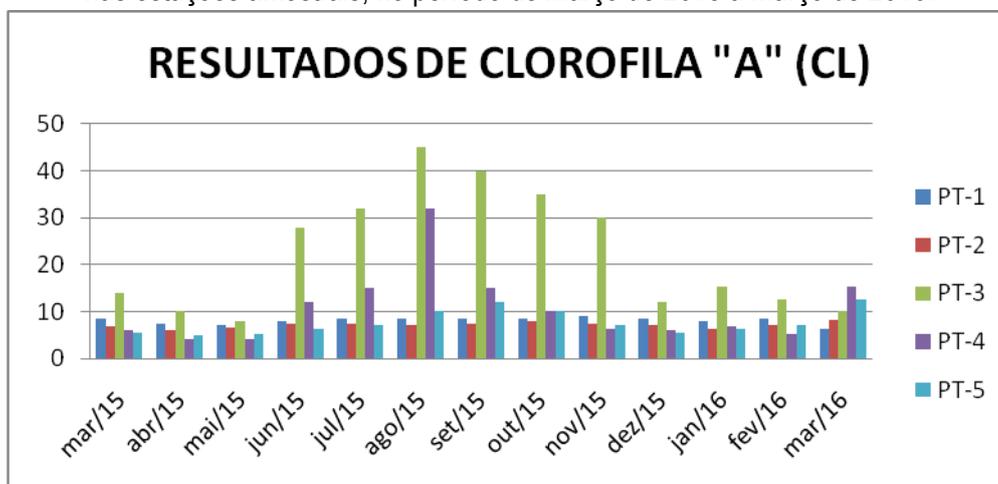
A presença de fósforo no meio aquático tem como origem fundamental pela introdução de esgoto doméstico, a intemperização de rochas e também processos de erosão e lixiviação de solos agrícolas (ESTEVES, 1998). Maiores concentrações evidenciam as interferências antrópicas, principalmente pelo despejo de resíduos e esgotos pela população que vive as suas margens. Os valores de fósforo em todas as estações de coleta ficaram acima do que do permitido pela Legislação ($\leq 0,1$ mg/l P) vigente a resolução nº 357/2005, com características de eutrofizado.

Clorofila "A"

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila "A" representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal. Assim a clorofila "a" é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. É frequentemente utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica, ou seja, um indicador do crescimento de algas e cianobactérias devido ao enriquecimento por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, fenômeno este denominado eutrofização (CETESB, 2012). De acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005, a concentração máxima exigida para corpos hídricos de Classe II é de 30 µg/L.

As concentrações que apresentaram um gradiente crescente de seus resultados foram nas estações PT-3 (40, 0 µg/L), PT-4 (32,0 µg/L), portanto, fora dos permitidos pela norma, para os meses de Setembro/15 (período de estiagem) e PT-5 (12,5 µg/L), para o mês de Março/16 (período chuvoso), (Gráfico 2).

Gráfico 2: Resultado da variável Clorofila "A", nas amostras de água, coletadas mensalmente nas estações amostrais, no período de março de 2015 a março de 2016.



Fonte: Autores (2017).

As menores concentrações ocorreram nas estações PT-1 (6,2 µg/L a 9,0 µg/L), PT-2 (6,7 µg/L a 8,0 µg/L), ressalta-se que na estação PT-4 em Fevereiro de 2016 (5,2 µg/L), as análises demonstraram esse índice bem baixo.

De acordo com resultados anteriores, no período chuvoso, de forma geral, resultou em valores menores, no entanto, o período de estio se teve maiores variações, com tendência para dados bastante elevados, caracterizado principalmente pelo aporte de nutrientes, bem como as

características físicas de cada ponto, tornando as áreas susceptíveis a produção de Clorofila “A” nesses trechos.

Índice de Estado Trófico (IET)

No modelo matemático proposto por Lamparelli (2004) leva em consideração a concentração de Fósforo Total (PT) e Clorofila “A” (CL). Esses índices quando estão em níveis elevados podem causar diversos problemas ambientais, dentre eles, a eutrofização, no qual, consiste justamente no enriquecimento excessivo dos nutrientes.

A eutrofização pode ser natural ou artificial/cultural. Quando natural, o processo é lento e contínuo, resultante do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. A eutrofização natural corresponde ao que poderia ser chamado de “envelhecimento natural” do lago ou represa e pode até ser benéfico, aumentando a capacidade de produção de todo o sistema, desde que não cause desequilíbrio ecológico (QUEVEDO, 2009).

Os resultados correspondentes ao fósforo, IET (PT), devem ser entendidos como uma medida potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. O IET (CL) é uma medida do ambiente aquático ao agente causador, que indica o crescimento de algas, fito plâncton. As resultantes obtidas através dos parâmetros e aplicação do método podem ser observadas no quadro seguinte (3) e suas classificações quanto ao nível de trofia.

Quadro 3: Classificação dos pontos de monitoramento de acordo com o IET para o período de um ano (março/15 a março/16), correspondente para valores de Fósforo Total (PT) e Clorofila “A” (CL).

MÊS/PERÍODO	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4	PT-5
MAR/15	MESO	EUTRO	MESO	OLIGO	MESO
ABR/15	MESO	HIPER	HIPER	MESO	MESO
MAI/15	MESO	SUPER	SUPER	MESO	MESO
JUN/15	MESO	SUPER	HIPER	MESO	EUTRO
JUL/15	ULTRA	SUPER	HIPER	MESO	SUPER

AGOS/15	ULTRA	HIPER	HIPER	HIPER	HIPER
SET/15	ULTRA	MESO	HIPER	HIPER	SUPER
OUT/15	ULTRA	SUPER	HIPER	HIPER	HIPER
NOV/15	ULTRA	SUPER	HIPER	HIPER	HIPER
DEZ/15	ULTRA	SUPER	HIPER	HIPER	HIPER
JAN/16	MESO	EUTRO	MESO	OLIGO	EUTRO
FEV/16	MESO	SUPER	HIPER	EUTRO	EUTRO
MAR/16	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO

Fonte: Autores (2017).

Legenda: ULTRAOLIGOTRÓFICO; OLIGOTRÓFICO; MESOTRÓFICO; EUTRÓFICO; SUPEREUTRÓFICO; HIPEREUTRÓFICO.

No período chuvoso para o ano de 2015, houve grande predominância do grau mesotrófico para os pontos PT-1, PT-3 e PT-5, nesse nível a produtividade é considerada intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.

Para o ano de 2016 entre os meses de janeiro a março para os pontos PT-1, PT-2, PT-4 e PT-5, as maiores evidências foram para os níveis eutróficos, já característico com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água.

Entre agosto/2015 a dezembro/2015, o cenário para o índice calculado, em sua grande maioria, foi do grau hipereutrófico nos pontos PT-3, PT-4 e PT-5, característico de corpos d'água com elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, comprometendo os seus usos.

No ponto PT-3 fomos observados a remoção mecânica realizada pela secretaria de conservação e serviços públicos no município na remoção constante e rotineira das plantas aquáticas (*macrófitas aquáticas*) para evitar a total cobertura do espelho d'água e assim possibilitar os processos biológicos no meio, importante citar também as lavagens de roupas na margem esquerda no mesmo trecho analisado.

Os níveis de supereutrófico para o Ponto PT-2, com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas.

Nos acompanhamentos “*in loco*” observaram-se algumas atividades que podem referenciar esses resultados, tais como, a carência de saneamento básico com a liberação de tubulações de esgoto doméstico das residências diretamente nessa área do rio, galerias de água pluvial com vazão fora do normal para um período sem chuvas, inadequação de resíduos, dentre outros.

O Ponto PT-1 destacou-se como ultraoligotrófico em grande maioria dos meses, com características de corpos d’água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água, salienta-se que houve uma variação para os graus mesotrófico e eutrófico nos primeiros meses do ano de 2016 (janeiro, fevereiro e março), esse fator em escala local pode ser observado pelo avanço na comunidade de plantas aquáticas, antes e depois desse período.

O resultado mostra que o IET encontrado com maiores valores foram no período estio de julho a dezembro/15, na maioria dos pontos. O processo de eutrofização foi evidenciado em alguns trechos, devido ao desencadeamento de um intenso processo de produção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), resultando no “*bloom*” de algas e macrófitas aquáticas (aguapés).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que o IET (Índice de Estado Trófico) se mostrou com nível de predominância do grau mesotrófico nos pontos PT-1, PT-3 e PT-5, considerado produtividade intermediária.

Entre Agosto/2015 a Dezembro/2015, o cenário para o índice calculado, em sua grande maioria, foi do grau hipereutrófico para os pontos PT-3, PT-4 e PT-5, afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Em 2016 de Janeiro a Março os pontos PT-1, PT-2, PT-4 e PT-5, registram em eutróficos, de alta produtividade em relação às condições naturais.

Portanto, os principais usos inerentes ao trecho urbano do rio Acaraú em Sobral-Ceará registrados foram: atividades indústrias, lazer, extrativismo mineral, pecuária e dessedentação animal. Identificou-se como principais fontes de poluição hídrica os lançamentos de efluentes

domésticos, despejos de efluentes por atividades de pecuária e a disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos; fatores que alteram a qualidade ambiental, o relevo, as margens e o canal fluvial.

Devem ser intensificadas medidas para o uso dos recursos hídricos de forma adequada e sustentável. Com base no planejamento de políticas públicas em conjunto com a população que se utiliza desses recursos, podem ser citadas sugestões para a recuperação e conservação do rio Acaraú: remanejamento das famílias residentes em áreas de risco, às margens do canal, limpeza periódica do canal fluvial para a supressão da vegetação de aguapés e, das margens o rio para retirada de resíduos sólidos, fiscalização por órgãos de proteção ao meio ambiente, implantação de programas de saneamento básico para os municípios que se localizam nas áreas de influência da bacia hidrográfica, bem como, ações de educação ambiental para a população local estimulando a conservação e conscientização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro, e ao Instituto Federal do Ceará- Campus de Sobral, pelo auxílio nas análises laboratoriais de qualidade da água.

REFERÊNCIAS

APHA, American Public Health Association (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21ª ed. Washington: American Public Health Association.

Brites, A. P. Z. Avaliação da Qualidade da Água e dos Resíduos Sólidos no Sistema de Drenagem Urbana. Departamento de Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul – RS 2005.

CANHOLI, A.P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. São Paulo, Oficina de Textos, 2005.

CETESB, Companhia de tecnologia de saneamento ambiental, São Paulo (2012). Relatório da qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2012/CETESB. São Paulo: CETESB. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25 Abr. 2014.

CHAMBERS, P.A.; MCGOLDRICK, D.J.M.; BRUA, R.B.; VIS, C.; CULP, J.M.; BENOY, G.A. (2012) Development of environmental thresholds for nitrogen and phosphorus in streams. Journal of Environmental Quality, v. 41, n. 1, p. 7-20.

COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Estado Trófico dos Açudes. Acesso em 03 de fevereiro de 2015, disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao.2015>.

COGERH. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. Comitês de Bacias, 2009. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/>. Acesso em: 25 set. 2015.



Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 730-744, Set. 2019, <http://uvanet.br/rcgs>. ISSN 2316-8056 © 1999, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Todos os direitos reservados.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. (2005) Resolução nº 357 de 15 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

ESTEVES, F. Fundamentos da liminologia. Rio de Janeiro. Interciência. FINEP.1998. 574p.

FIGUEIREDO, M.C.B., TEIXEIRA, A.S., ARAÚJO, L.F.P., ROSA, M.F., PAULINO, W.D., MOTA, S., ARAÚJO, J.C. (2007) Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. Engenharia Sanitária e Ambiental, 12, 399-409.

IPECE. Perfil Básico Municipal. IPECE, 2012/2013/2014. Disponível em: www.ipece.ce.gov.br. Acesso em 19 fev. 2014.

LAMPARELLI, M. C. 2004. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo – Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências – USP. 238p. 2004.

MAIA, A.A.D.; CARVALHO, S.L.; CARVALHO, F.T. Comparação de dois índices de determinação do grau de trofia nas águas do baixo Rio São José dos Dourados, São Paulo, Brasil. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.20, n.4, 613-622, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00613.pdf>. Acesso em 20 dez. 2016.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de Sobral-Ceará. Diagnóstico 2013.

QUEVEDO, C. M. G. de. As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente. 2009. 247 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SAWYER, C.N. Chemistryforenvironmentalengineering and science. 6 ed. New. York: McGraw-Hill, 2003,752p.