

AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DE GOITÁ E TAPACURÁ, EM PERNAMBUCO, ATRAVÉS DE MODELO SIMPLIFICADO E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO-IET

Naia Lua Maçaira Travassos¹, Maria Mariah W. E. C. de Farias², Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE. Av. Professor Luís Freire, 500, Cidade Universitária, 50740-540. Email: naialua@hotmail.com

² Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Centro Acadêmico do Agreste - CAA

³ IFPE - Departamento de Infraestrutura e Construção Civil

ABSTRACT

This article presents the results obtained the application of the simplified model and obtaining the trophic state using the probability distribution curve of the total phosphorus and Trophic State Index (TSI) of Carlson to Goitá and Tapacurá reservoirs at the Capibaribe basin in Pernambuco. The methodology consists in estimating values of phosphorus supply of the point and non point sources, determination of morphometric parameters and further use of the Simplified Model developed for tropical regions, aiming to obtain trophic state of the reservoirs through the Probability Distribution Curve and TSI. It was possible to verify that the trophic state appointed by TSI, considering data of lakes/reservoirs of predominantly temperate regions tends to overestimate the trophic classification. Therefore, this concludes that such divergence observed in the trophic degrees proposed by the used models justifies the climatic differences between the thermal areas.

Palavras chave: Fósforo total, estado trófico, reservatórios.

INTRODUÇÃO

A Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), expõe que a água é um recurso natural limitado, bem de domínio público, dotada de valor econômico e que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, buscando envolver tanto o poder público quanto os usuários e as comunidades, promovendo o uso múltiplo das águas.

Decorrentes dos usos múltiplos, entretanto, muitos conflitos podem emergir, sejam relacionados à disponibilidade quantitativa ou qualitativa da água. Quando os problemas são de caráter quantitativo, podem estar associados a diversos fatores, sendo as alterações no fluxo do rio mais comuns. Entretanto, quando apresentam caráter qualitativo estão relacionados com a alteração dos parâmetros de qualidade da água, que pode ser decorrente do processo de poluição, fazendo com que a qualidade da água se apresente em desacordo com a legislação pertinente, deixando de atender aos usos múltiplos a que se propõe.

Um tipo de poluição possível de ocorrer nos reservatórios, ambientes de águas paradas, é a eutrofização. Pode ser natural, quando ocorre o “envelhecimento precoce” do lago, ou artificial, acelerada pelas atividades antrópicas, em consequência do enriquecimento nutricional, especialmente por fósforo e nitrogênio, do meio aquático, independentemente da fonte originária. O aporte desses nutrientes pode ser consequência do lançamento de efluentes domésticos ou industriais sem tratamento adequado, assim como pelo carreamento, através da chuva, de fertilizantes utilizados em larga escala na agricultura.

Nos corpos d’água, a rica presença de fósforo e nitrogênio em suas formas assimiláveis, tais como os ortofosfatos ou o fósforo reativo solúvel, a amônia e o nitrato, acarreta no crescimento acelerado do fitoplâncton, tornando o ambiente eutrofizado (Chapra, 2008). Segundo Sperling (2005), conceitua-se nutriente limitante como sendo aquele essencial para uma determinada população, limitando o seu crescimento. De acordo com as características do sistema lacustre analisado e das inter-relações do meio, o nitrogênio ou o fósforo podem ser limitantes para desencadear a eutrofização, a depender de tais características (Tundisi e Tundisi, 2008). De acordo com Salas e Martino (1991), entretanto, a maioria dos lagos tropicais da América Latina é limitada por fósforo. Vale salientar que a falta de investimentos públicos em serviços de saneamento, mais especificamente em redes de esgotamento sanitário, aliado ao não cumprimento da legislação e à ineficiência do Poder Público na gestão territorial, acabam contribuindo para aceleração do processo de eutrofização em tais ambientes.

Em açudes e lagos artificiais (reservatórios) tal problema apresenta-se ainda mais alarmante, uma vez que esses locais são utilizados para diversos fins, incluindo o abastecimento humano. Alguns casos de prejuízos às populações humanas devido à água contaminada de reservatórios eutrofizados podem ser

citados para servir de base ao estudo, tendo em vista apontar uma real necessidade de adoção de medidas que levem efetivamente à proteção e/ou melhoria da qualidade da água desses mananciais. Segundo Carmichael *et al.* (2001), no caso ocorrido em Caruaru em 1996, no Agreste de Pernambuco, 76 pessoas morreram vítimas de intoxicação por cianotoxinas produzidas por cianobactérias presentes nas águas utilizadas por uma clínica de hemodiálise.

Para Sperling (2005), quando o fenômeno de eutrofização ocorre em reservatórios ocasiona diversos efeitos indesejáveis, alterando a qualidade da água e interferindo nos usos múltiplos para os quais tal recurso é destinado, visto que a torna imprópria para o consumo humano. Ainda, pode também interferir em atividades como a navegação e transporte (devido ao crescimento excessivo de macrófitas enraizadas), além de acarretar danos em equipamentos (como turbinas hidráulicas e geradores), ocasionar desequilíbrio no ecossistema aquático, problemas estéticos, mau cheiro, aumento nos custos com tratamento de água para abastecimento doméstico e industrial, dentre outros. Dessa forma, pode-se dizer que o processo de eutrofização resulta em efeitos indesejáveis que preocupam o Poder Público, fazendo com que a identificação do estado trófico em reservatórios utilizados para múltiplos usos seja um importante aspecto a ser considerado para a tomada de decisão (Travassos *et al.*, 2010).

Em razão da eutrofização, muitos reservatórios e lagos do mundo já perderam sua capacidade de abastecimento de populações, de manutenção da vida aquática e de recreação (ANA, 2008). Dessa forma, estudar e avaliar o grau de trofia em sistemas aquáticos, especialmente nos reservatórios – visto que são mais vulneráveis ao processo de eutrofização em decorrência de uma menor movimentação das águas – apresenta-se relevante para detectar e prognosticar os cenários existentes e futuros, auxiliando na busca por soluções que viabilizem o aumento da sua vida útil e fazendo com que atendam aos usos múltiplos para os quais foram construídos.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa é apresentar os resultados obtidos com o Modelo Simplificado de Estado Trófico aplicado à Curva de Distribuição Probabilística de fósforo total desenvolvido para regiões tropicais e ao Índice de Estado Trófico – IET de Carlson modificado por Lamparelli (2004), para os reservatórios de Goitá e Tapacurá, inseridos na bacia hidrográfica do Capibaribe, para o período de 2005 a 2009, buscando comparar os graus de trofia apontados pelas duas metodologias adotadas.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

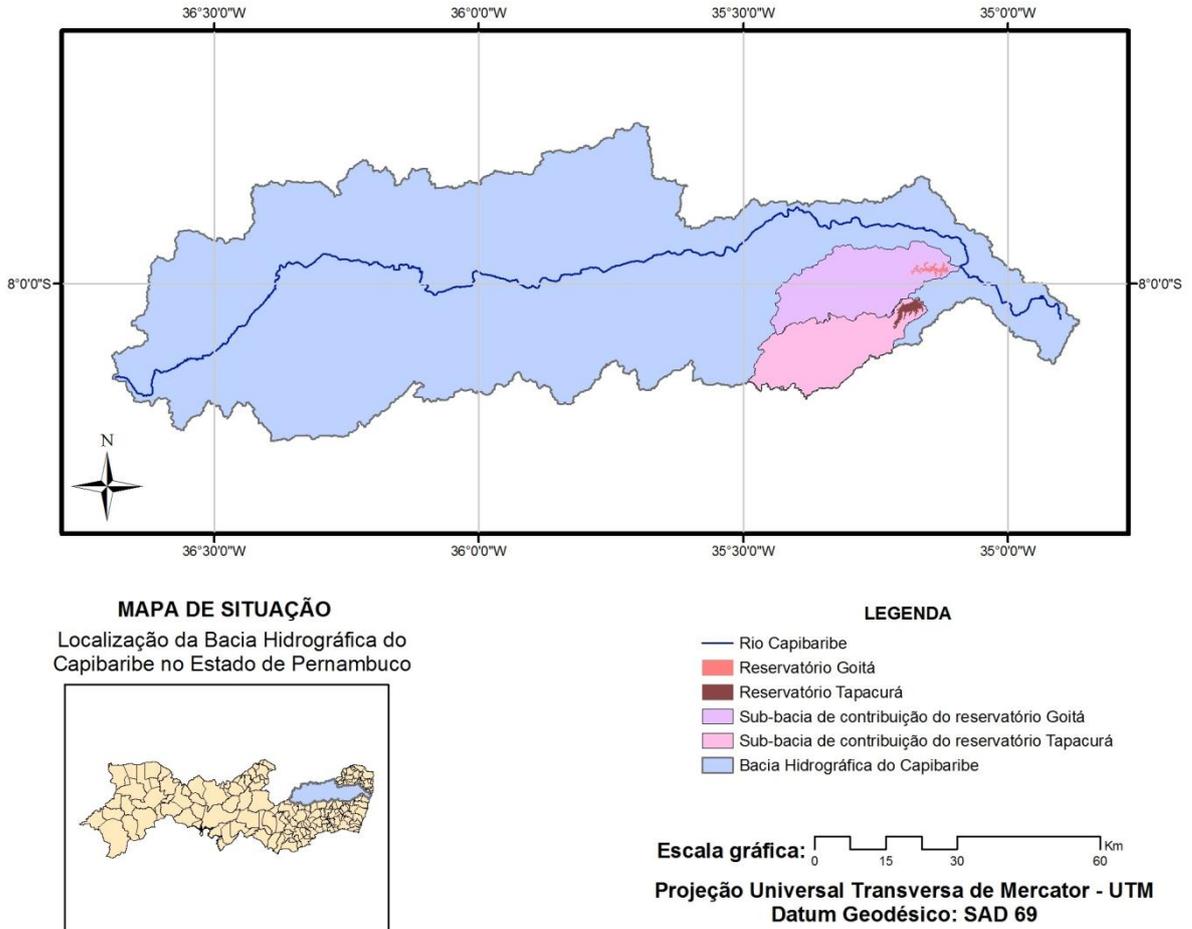
A bacia hidrográfica do Capibaribe encontra-se na porção norte oriental do Estado de Pernambuco, situando-se nas microrregiões do Recife, Mata Setentrional Pernambucana, Vitória de Santo Antão, Médio e Alto Capibaribe e na parte norte do Vale do Ipojuca, totalizando uma área de aproximadamente 7.558 Km². Geograficamente, está enquadrada entre as latitudes 7° 41' e 8° 19' S e longitudes 34° 51' e 36° 42' W Gr, sendo uma das mais importantes bacias do estado de Pernambuco, englobando 42 municípios (SRHE, 2010; SRH/2002).

De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA, a disponibilidade hídrica *per capita* nesta bacia equivale a 428 m³/hab.ano, número bastante inferior à média nacional, mostrando um baixo potencial de aproveitamento da água disponível (ANA, 2002). Apesar de apresentar comprometimento em relação à qualidade e quantidade de água, a bacia possui importância estratégica para Pernambuco, visto que dentre os 8.796.032 habitantes do estado (IBGE, 2010), o Capibaribe oferta água para 2.000.000 de pessoas e, segundo Ramos (2007), este afluente consegue viabilizar água para um em cada três moradores urbanos de Pernambuco.

O sistema de reservatórios da bacia do Capibaribe, apesar de uma densa rede hidrográfica, totaliza um volume de armazenamento da ordem de 800 milhões de metros cúbicos. De acordo com o Plano Hidroambiental da Bacia do Rio Capibaribe (SRHE, 2010), os cinco principais reservatórios atuantes na bacia representam, em conjunto, um total de 94,7% de todo o quantitativo hídrico acumulado, são eles: Poço Fundo, Jucazinho, Carpina, Goitá e Tapacurá.

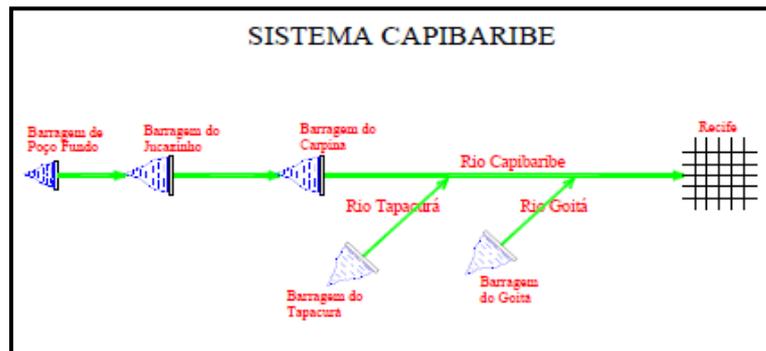
Os reservatórios de Goitá e Tapacurá (Figura 1) estão situados estrategicamente onde podem controlar e regularizar maiores vazões, sendo considerados de grande relevância. Os dois são operados para usos múltiplos, especialmente abastecimento de água e controle de enchentes a jusante de suas barragens, formando o Sistema Capibaribe (Figura 2) (SRH, 2010).

Figura 1. Localização dos reservatórios de Goitá e Tapacurá, e suas respectivas sub-bacias de contribuição, na bacia hidrográfica do Capibaribe



Fonte: O autor, 2011

Figura 2. Representação do sistema adutor do Capibaribe



Fonte: Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA

A barragem de Goitá (Figura 3), situada no rio Goitá, afluente do Capibaribe, está localizada nos municípios de Glória do Goitá e Paudalho e a sua sub-bacia de contribuição engloba os municípios de Chã de Alegria, Feira Nova, Glória do Goitá, Lagoa do Itaenga, Passira, Paudalho, Pombos, São Lourenço da Mata, Vitória de Santo Antão. Geograficamente, encontra-se nas coordenadas 7°58'12"S e 35°06'45"W (SRH, 2010). A barragem, iniciada em janeiro de 1976 e concluída em maio de 1978, foi construída visando regularizar a vazão do rio Capibaribe e conter possíveis cheias, possuindo uma capacidade de acumulação

máxima de 52.900.000 m³. Tais objetivos permitiram que as estações elevatórias do sistema Capibaribe operassem normalmente e minimizam a probabilidade de ocorrência de enchentes na RMR (SRH, 2010).

Figura 3. Barragem de Goitá vista de cima



Fonte: Hans Manteuffel - SRH, 2009

O reservatório de Tapacurá (Figura 4), de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1998), localiza-se no município de São Lourenço da Mata. No ano de 1973 teve sua construção concluída, possuindo capacidade máxima de $94,2 \times 10^6$ m³. Situa-se no rio Tapacurá, afluente do rio Capibaribe, nas coordenadas geográficas de 8°02'12"S e 35°09'46"W e a sua sub-bacia de contribuição engloba os municípios de Chã de Alegria, Chã Grande, Glória do Goitá, Gravatá, Moreno, Passira, Pombos, São Lourenço da Mata e Vitória de Santo Antão. O objetivo da construção de tal barragem foi acrescer o esquema de proteção, no Recife, contra as enchentes do rio Capibaribe, bem como suprir o abastecimento hídrico das cidades de Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Recife e São Lourenço da Mata. De tal modo, o reservatório é responsável por 40% do volume ofertado para a RMR (SRH, 2010).

Figura 4. Reservatório de Tapacurá visto da margem



Fonte: Satyro Barbosa, 2010

Aspectos conceituais e procedimentos metodológicos

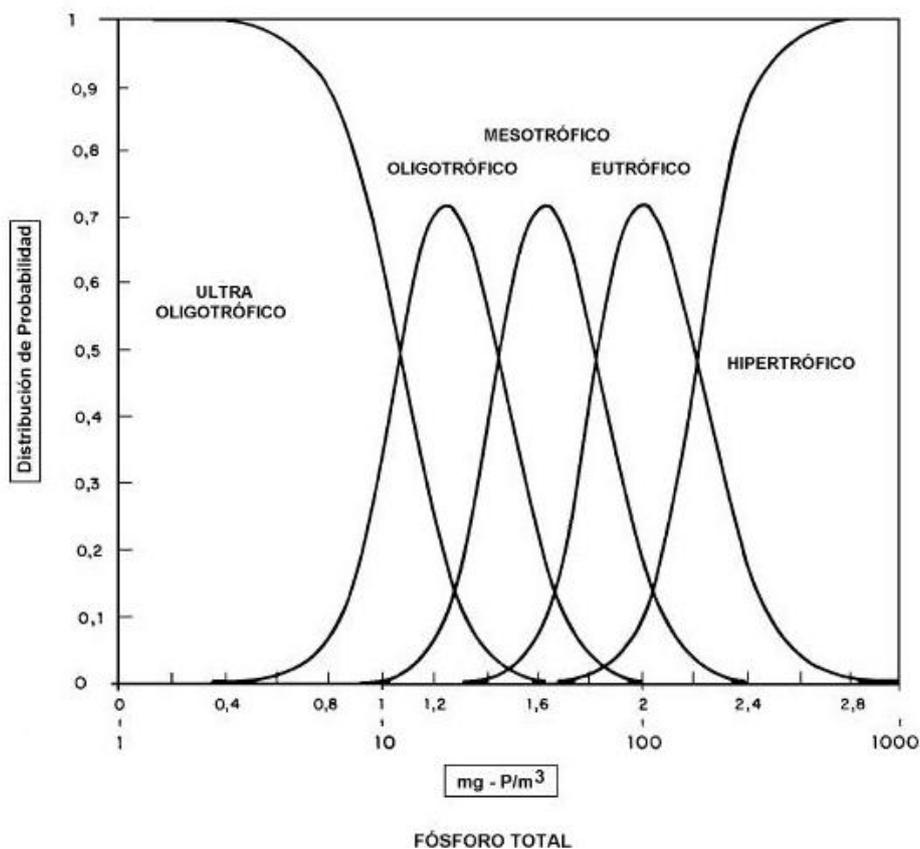
Para acompanhar a evolução do estado trófico em lagos/reservatórios, muitos pesquisadores analisaram a relação existente entre o aporte de nutrientes e o estado trófico, contribuindo para o estabelecimento dos chamados Modelos Simplificados da OECD (*Organization for Economic Cooperation*

and Development) ou Modelo de Vollenweider. Tais modelos baseiam-se no balanço de massa do nutriente fósforo considerando determinadas condições iniciais do ambiente em estudo, o que os tornam, diante disto, uma ferramenta simples e bastante útil para previsão da qualidade da água nestes ambientes (Salas e Martino, 1991).

No ano de 1981 foi desenvolvido um sistema de classificação do estado trófico para lagos tropicais, visto que foram notadas as evidentes diferenças térmicas entre esses lagos e os localizados em zonas temperadas. Dentre as principais diferenças dos lagos das duas regiões, a principal seria o coeficiente de sedimentação do fósforo (Ks) proposto por Vollenweider (1976), que não poderia ser aplicado com valor igual às regiões de clima temperado. Após diversos estudos (Toledo *et al.*, 1983; Salas e Martino, 1991) concluiu-se, portanto, que o coeficiente de sedimentação do fósforo calculado para lagos tropicais é, fundamentalmente, o dobro do calculado para lagos temperados com um mesmo tempo de detenção hidráulica, fazendo com que a resposta desses ambientes ao processo de eutrofização se dê de maneira diferenciada.

Os primeiros Modelos Simplificados elaborados para regiões tropicais apontavam as concentrações de fósforo total dos lagos/reservatórios e posteriormente, passaram a classificar o grau de trofia desses ambientes através de uma Curva de Distribuição Probabilística, adaptada para as regiões tropicais (Figura 3).

Figura 5. Curva de Distribuição Probabilística



Fonte: Salas e Martino, 1991

Assim como os Modelos Simplificados, a Curva de Distribuição Probabilística de Estado Trófico foi desenvolvida, primeiramente, para lagos e reservatórios localizados em regiões de clima temperado, sendo adaptada para reservatórios tropicais somente no ano de 1990, no programa regional do Centro Pan Americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais - CEPIS (Salas e Martino, 1991). Outras classificações de estado trófico propostas consideram, muitas vezes, dados de lagos temperados. Alguns autores sugerem ser mais adequada a utilização de índices, os quais são denominados Índices de Estado Trófico- IET (Barbosa *et al.*, 2010). A principal finalidade do IET consiste em classificar corpos hídricos em diferentes graus de trofia, avaliando a qualidade da água no que tange o enriquecimento por nutrientes, especialmente o fósforo, e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo ou potencial das macrófitas aquáticas.

Tal método de classificação trófica incorpora variáveis previamente determinadas através de equações, objetivando indicar a classificação trófica. Segundo Barbosa *et al* (2010), esse índice é apontado por alguns autores como a maneira mais simples e uma das mais adequadas, como citado anteriormente, para classificar o grau de trofia, podendo ser obtido através das expressões abaixo, na qual S é a profundidade do disco de Secchi (m), P é a concentração de fósforo total na superfície (mg/m³) e CL é a concentração de clorofila A na superfície (mg/m³):

$$IET (S) = 10 * \left(6 - \frac{\ln S}{\ln 2} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

$$IET (P) = 10 * \left(\frac{\ln \frac{65}{P}}{\ln 2} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

$$IET (CL) = 10 * \left(6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln CL}{\ln 2} \right) \quad (\text{Equação 3})$$

É possível obter o IET de Carlson para os parâmetros separadamente ou através de uma média para os três valores. A seguir são apresentados (Tabela) os limites e o estado trófico correspondente:

Tabela 1 - Índice de Estado Trófico de Carlson – IET modificado

IET de Carlson modificado	Classificação do estado trófico
≤ 47	Ultraoligotrófico
47 < IET ≤ 52	Oligotrófico
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico
59 < IET ≤ 63	Eutrófico
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico
> 67	Hipereutrófico

Fonte: Lamparelli, 2004

Vale salientar que o IET adotado pela Agência de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco (CPRH) é o mesmo utilizado pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). Até o ano de 2005, era utilizado o índice clássico introduzido por Carlson, modificado por Toledo *et al* (1983) que alterou as expressões originais objetivando adequá-las a ambientes subtropicais. Atualmente, entretanto, a CETESB vem adotando em seu monitoramento o índice modificado por Lamparelli (2004). Para reservatórios, a equação utilizada (Equação 4) é a seguinte:

$$IET (P) = 10 * \left(6 - \left(1,77 - 0,42 * \frac{\ln P}{\ln 2} \right) \right) \quad (\text{Equação 4})$$

Para obtenção do estado trófico através da Curva ou do IET é necessário modelar a concentração de fósforo. O Modelo Simplificado utilizado na presente pesquisa incorpora a equação 5 definida pelo programa regional do CEPIS, objetivando determinar as concentrações médias de fósforo total. Em tal equação, L(p) corresponde ao aporte de fósforo total decorrente de fontes pontuais e difusas; Z, à profundidade média e T ω , ao tempo de detenção hidráulico do reservatório.

$$p = \frac{L(p)}{Z} * \frac{T\omega^{\frac{3}{4}}}{3} \quad \text{(Equação 5)}$$

Para obter a concentração de fósforo através do Modelo Simplificado foi necessário estimar o aporte total decorrente de fontes pontuais e difusas (L(p), em g/m².ano) nos reservatórios, entre os anos de 2005 e 2009. Ainda, foi necessário obter parâmetros morfométricos referentes à profundidade média (Z, em metros) e ao tempo de detenção hidráulico (T ω , em anos), calculados tendo por base os dados obtidos junto à Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco - SRH/PE. O tempo de detenção hidráulico foi medido através da divisão entre o volume médio e a vazão média afluente conferida no período estudado, e a profundidade média foi obtida a partir das cotas médias registradas no mesmo período.

O cálculo do fósforo afluente aos reservatórios em decorrência da poluição pontual por efluentes domésticos, proveniente dos núcleos urbanos, foi realizado através da análise de dados referentes ao tipo de esgotamento sanitário dos domicílios localizados nos municípios estudados. Tais informações foram obtidas através da Base de Dados do Estado de Pernambuco (BDE, 2000), na tabela intitulada “número e percentual de domicílios particulares permanentes”. Ainda, uma taxa de crescimento anual populacional, extraída do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do Capibaribe – PDRH (SRH, 2002), foi aplicada, tornando possível a obtenção do quantitativo populacional contribuinte com o lançamento de fósforo nos anos subseqüentes. Os municípios considerados na abordagem foram os que contêm sedes municipais inseridas nas áreas das sub-bacias de cada reservatório, que informaram lançar os efluentes domésticos diretamente no rio, em valas ou em fossas rudimentares. Adotou-se uma concentração *per capita* de fósforo igual a 1 Kg/Hab.dia (Sperling, 2005) para realização do cálculo.

O cálculo referente ao aporte de fósforo decorrente da drenagem pluvial (cargas difusas) foi realizado com base nas informações contidas no mapa temático de uso e ocupação do solo da área estudada, obtido através do Plano Hidroambiental – PHA do Capibaribe (2010). A estimativa do aporte de fósforo total aos reservatórios estudados, decorrente da bovinocultura, também caracterizada como poluição difusa, foi extraída de monografia e artigos científicos (Farias, 2010; Travassos *et al*, 2010).

Após inserção dos valores concernentes ao Lp, Z e T ω no MS, foi possível estimar a concentração de fósforo total para cada reservatório. Deste modo, o valor obtido foi, então, aplicado tanto à Curva de Distribuição Probabilística quanto à fórmula do Índice de Estado Trófico – IET de Carlson modificado por Lamparelli (2004), visando obter a classificação trófica dos reservatórios estudados segundo as duas metodologias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, obteve-se para os reservatórios de Goitá e Tapacurá a classificação trófica a partir da utilização dos dados modelados e em seguida, dos dados observados. As tabelas seguintes (Tabela 2 e Tabela 3) apresentam os valores e classificações alcançadas com as concentrações modeladas.

Tabela 2 - Valores de fósforo obtidos com a aplicação do Modelo Simplificado, sua respectiva classificação trófica, o Índice de Estado Trófico de Carlson - IET e o seu respectivo grau de trofia para o reservatório de Goitá

Anos	P calculado (mg/L)	Classificação	IET de Carlson	Classificação
		Trófica Curva de Distribuição Probabilística		Trófica IET de Carlson
2005	0,0814	EUTRÓFICO	68,46	HIPEREUTRÓFICO

2006	0,0845	EUTRÓFICO	68,71	HIPEREUTRÓFICO
2007	0,0879	EUTRÓFICO	68,96	HIPEREUTRÓFICO
2008	0,0913	EUTRÓFICO	69,22	HIPEREUTRÓFICO
2009	0,0950	EUTRÓFICO	69,47	HIPEREUTRÓFICO

Fonte: O autor, 2011

Tabela 3 - Valores de fósforo obtidos com a aplicação do Modelo Simplificado, sua respectiva classificação trófica, o Índice de Estado Trófico de Carlson - IET e o seu respectivo grau de trofia para o reservatório de Tapacurá

Anos	P calculado (mg/L)	Classificação	IET de Carlson	Classificação
		Trófica		Trófica
		Curva de Distribuição Probabilística		IET de Carlson
2005	0,1365	EUTRÓFICO	71,85	HIPEREUTRÓFICO
2006	0,1405	EUTRÓFICO	72,04	HIPEREUTRÓFICO
2007	0,1447	EUTRÓFICO	72,22	HIPEREUTRÓFICO
2008	0,1490	EUTRÓFICO	72,40	HIPEREUTRÓFICO
2009	0,1535	EUTRÓFICO	75,59	HIEREUTRÓFICO

Fonte: O autor, 2011

Os valores encontrados anteriormente puderam ser validados através da aplicação da mesma metodologia, utilizando os valores de concentrações de fósforo medidos *in loco*, nos postos de qualidade. Tais resultados podem ser verificados nas Tabelas 4 e 5, abaixo:

Tabela 4 - Valores de concentração média de fósforo total monitorados *in loco*, sua respectiva classificação trófica, o Índice de Estado Trófico de Carlson e o seu respectivo grau de trofia para o reservatório de Goitá

Anos	P observado (mg/L)	Classificação	IET de Carlson	Classificação
		Trófica		Trófica
		Curva de Distribuição Probabilística		IET de Carlson

2005	0,1000	EUTRÓFICO	70,20	HIPEREUTRÓFICO
2006	0,0250	EUTRÓFICO	61,80	HIPEREUTRÓFICO
2007	0,1650	HIPEREUTRÓFICO	73,23	HIPEREUTRÓFICO
2008	0,0330	MESOTRÓFICO	63,48	SUPEREUTRÓFICO
2009	0,0350	MESOTRÓFICO	63,84	SUPEREUTRÓFICO

Fonte: O autor, 2011

Tabela 5 - Valores de concentração média de fósforo total monitorados *in loco*, sua respectiva classificação trófica, o Índice de Estado Trófico de Carlson e o seu respectivo grau de trofia para o reservatório de Tapacurá

Anos	P observado (mg/L)	Classificação Trófica	IET de Carlson	Classificação Trófica
		Curva de Distribuição Probabilística		IET de Carlson
2005	0,1200	EUTRÓFICO	71,30	HIPEREUTRÓFICO
2006	0,1250	EUTRÓFICO	71,55	HIPEREUTRÓFICO
2007	0,1700	HIPEREUTRÓFICO	73,41	HIPEREUTRÓFICO
2008	0,2150	HIPEREUTRÓFICO	74,84	HIPEREUTRÓFICO
2009	0,3200	HIPEREUTRÓFICO	77,25	HIPEREUTRÓFICO

Fonte: O autor, 2011

Os resultados obtidos evidenciam que ao submeter uma determinada concentração de fósforo total - seja ela calculada pelo Modelo Simplificado ou medida diretamente no reservatório - a diferentes metodologias de classificação trófica, na qual uma foi desenvolvida considerando dados de lagos/reservatórios de regiões tropicais (Curva de Distribuição Probabilística) e a outra, de regiões temperadas (IET de Carlson), observa-se uma tendência de que a segunda superestime o estado trófico do corpo hídrico localizado em uma região tropical.

As diferentes classificações tróficas ora observadas podem ser justificadas, segundo Toledo *et al.* (1983) pelas divergências climatológicas existentes entre as zonas térmicas tropicais e temperadas. Tais diferenças podem modificar as respostas tróficas dos organismos aquáticos frente aos fatores responsáveis pelo controle do crescimento, visto que, em geral, os processos biológicos, físicos e químicos ocorridos em tais ambientes relacionam-se diretamente com a temperatura da água bem como com a sua variação espacial e temporal. É de suma importância destacar, por fim, que o MS considera dados de toda a sub-bacia de contribuição de cada reservatório, ao passo que os dados monitorados colhem informações pontuais, apenas dos postos de qualidade.

CONCLUSÕES

As informações levantadas na pesquisa permitiram conhecer importantes características das áreas estudadas, facilitando na determinação da qualidade da água nos dois reservatórios, tomando como parâmetro o elemento fósforo. Contudo, para tomar decisões em um território, mesmo sob a perspectiva de um único fenômeno, no caso a eutrofização, é necessário compreender a ligação entre os diversos componentes integrantes da paisagem, tais como o uso e ocupação do solo e as características dos lagos/reservatórios.

Os dados indicam que o processo de eutrofização nos reservatórios encontra-se bastante desenvolvido, impactando os ambientes negativamente, principalmente por conta da poluição pontual e difusa existentes nas sub-bacias de contribuição. Assim, é necessário adotar medidas que objetivem reduzir o aporte nutricional provenientes de fontes pontuais e não pontuais as duas sub-bacias de contribuição. Ainda, foi possível observar que, além da poluição pontual e difusa que interferem na qualidade hídrica, as características morfométricas, tal como a profundidade média e o tempo de detenção hidráulico, são fundamentais para determinar o grau de trofia dos ambientes.

Também, os Modelos Simplificados são ferramentas bastante úteis para avaliar a evolução da eutrofização em corpos hídricos, possuindo uma fácil aplicação. Tal ferramenta pode ser bastante eficaz na predição de cenários, subsidiando a estimativa do estado trófico em lagos/reservatórios nos quais o monitoramento não ocorre ou acontece de maneira irregular/insatisfatória, fazendo com que a elaboração de séries históricas passível de uso na modelagem seja restrita. Entretanto, interpretar os estudos de modelagem de qualidade da água não é simplesmente saber identificar padrões, correlacionando-os com tabelas e equações, mas saber identificar os fatores e correlacioná-los com os processos atuais e pretéritos, que exercem influência sobre os dados modelados. Com isso, é possível estabelecer não só o cenário atual como os futuros, auxiliando na busca por soluções que viabilizem o aumento da vida útil dos reservatórios.

Notou-se, por fim, que a Curva de Distribuição Probabilística, por considerar dados de lagos tropicais, aponta de maneira mais apropriada o grau de trofia do reservatório Glória do Goitá e Tapacurá ao passo que o IET de Carlson, desenvolvido para lagos de regiões temperadas, superestima a classificação trófica. Dessa maneira, tal metodologia deve ser prioritariamente utilizada na avaliação de estado trófico em lagos/reservatórios localizados em regiões tropicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas - ANA. **A Evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil = The evolution of water resources management in Brazil**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2002. 64 p. (Edição comemorativa do Dia Mundial da Água).

Agência Nacional das Águas – ANA, 2008. **Panorama das águas**. Disponível em < <http://www.ana.gov.br> > Acesso em 10 Jan 2011.

BARBOSA, I. M. B. R.; MORAES, M. A.; CIRILO, J. A. **Avaliação do estado trófico do reservatório de Juczinho – PE, através do Modelo Simplificado e Índice de Estado Trófico**. In: X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Fortaleza, p. 1-9, 2010.

BDE - Base de Dados do Estado de Pernambuco, 2000 - Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br>. Acesso em: 05 Jan 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08 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. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em 15 Mar 2011.

CARMICHAEL, W.W et al. **“Human Fatalities from Cyanobacteria: chemical and Biological Evidence for Cyanotoxins”**. Environmental Health Perspectives, Vol. 107, pp. 663 – 668, 2001.

CHAPRA, S.C. **Surface water-quality modeling**. Illinois: Waveland Press, 844 p, 2008.

COMPESA, Companhia Pernambucana de Saneamento (2007). **Sistemas de abastecimento de água**. Disponível em <<http://www.compesa.com.br>> Acesso em 15 Mar 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Demográfico (2010)**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 19 Jan 2011.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo, SP. 2004. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 235p.

RAMOS, A. **Expedição Capibaribe: Uma Ação Sócio-Cultural e Ambiental no Rio Capibaribe**. In: IX Encontro nacional de comitês de bacias hidrográficas, Foz do Iguaçu - PR, 2007. 17p.

SALAS, H. J.; MARTINO, P. **A Simplified Phosphorus Trophic State Model for Warm-Water Tropical Lakes**. Water Resources, vol. 25, Nº 3, 1991, pp. 341-350.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento dos esgotos**. 2 ed. Vol. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas Gerais, 2005. 243p.

SRH - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Capibaribe** – PE. Fortaleza, 2002. 232 p.

SRHE – Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe – PHA: diagnóstico hidroambiental Tomo I/** Projetos técnicos. Recife, 2010. 282 p.

SRHE – Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe – PHA: diagnóstico hidroambiental Tomo II/** Projetos técnicos. Recife, 2010. 203 p.

SRHE – Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe – PHA: diagnóstico hidroambiental Tomo III/** Projetos técnicos. Recife, 2010. 218 p.

TOLEDO, A. *et al.* **A aplicação de Modelos Simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. In Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 1983, pp. 1-34.

TRAVASSOS, N. L. M.; BARBOSA, I. M. B. R.; CARVALHO, V. S. **Estimativa da concentração de fósforo nos reservatórios Carpina, Goitá e Várzea do Una, Bacia Hidrográfica do Capibaribe, em Pernambuco**. In: V Congresso de Iniciação Científica do IFPE, Recife, 2010, p. 1-6.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 631p.

VOLLENWEIDER, R. A. **Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lakes eutrophication.** Mem. Inst. Ital. Idrobiol, 1976. 31p.