



IV-066 – AVALIAÇÃO DE ÍNDICES PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS INSERIDOS NO SEMIÁRIDO PARAÍBANO

Danilo José Moraes Batista ⁽¹⁾

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Gustavo Correia de Moura ⁽²⁾

Mestrando em Ecologia e Conservação pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Janiele França de Vasconcelos ⁽³⁾

Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do departamento de biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Leandro Gomes Viana ⁽⁴⁾

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas Pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

José Etham de Lucena Barbosa ⁽⁵⁾

Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Professor Adjunto do Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Endereço ⁽¹⁾: Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB, CEP 58429-500, Fone/Fax: 83 3315.3300. e-mail: danilo.djmb@gmail.com

RESUMO

Em virtude da necessidade de avaliação da qualidade da água em regiões semiáridas e da necessidade da consolidação de uma ferramenta para avaliação da mesma, este trabalho tem como objetivos avaliar os diferentes índices utilizados para determinação da qualidade da água no Brasil e seu potencial para aplicabilidade em reservatórios de água do semiárido. O estudo foi realizado em quatro reservatórios, Cordeiro (7°47'48" S , 36°39'34" W), Camalaú (7° 53' 20" S, 36° 49' 22" W), Mucutu (7° 4' 4" S, 36° 34' 40" W) e São Salvador (7° 5' 42" S, 35° 13' 58" W), situados na Bacia do Rio Paraíba, nos meses de abril e maio de 2012, sendo aferidos em campo e laboratório medidas de transparência da água, temperatura, turbidez, sólidos dissolvidos totais, pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato, clorofila a, coliformes termotolerantes e Demanda Bioquímica de Oxigênio. Em relação aos parâmetros usados em cada um dos Índices, é possível observar que para mensurar o Índice de Qualidade de Água (IQA) é necessário um número de variáveis maior que os demais índices. Os Índices IQA e IET quando aplicados para os reservatórios amostrados, mostram divergências, onde, a maioria dos reservatórios quando avaliados pelo IQA foram classificados como Bons, enquanto que IET todos os reservatórios foram classificados como Eutrófico ou Hipereutrófico. A análise fatorial resumiu em 80,25% a explicabilidade dos dados sendo as variáveis nitrogenadas mais relacionadas ao eixo 1, contudo os índices amostrados não consideram variáveis nitrogenadas. O IET de Carlson modificado tem se mostrado mais adequada para a determinação do estado trófico em reservatórios de clima tropical. No entanto, não há um consenso entre os órgãos reguladores na região semiárida do nordeste acerca de índice de qualidade da água. O tratamento estatístico revelou que , quando aplicado aos parâmetros limnológicos convencionais, os maiores pesos significativo estavam presente em grande quantidade, nos compostos nitrogenados. Por tanto a presença acentuada de compostos nitrogenados, possa ser um indicio de que estes parâmetros tenha certa contribuição em relevar índices de qualidade da água para regiões tropicais semiáridas.

PALAVRAS-CHAVES: Índices, Qualidade da Água, Compostos Nitrogenados, Estado Trófico, Regiões Semiáridas.

INTRODUÇÃO

Os reservatórios de água em regiões semiáridas constituem uma alternativa para o homem resistir a seca, fornecendo água para consumo e diversos usos múltiplos as populações (FREITAS *et al.*, 2011). Fatores climáticos, como a irregularidades das chuvas, secas prolongadas e as elevadas taxas e evaporação provocam elevado tempo de retenção da água e aumento nas concentrações de nutrientes no reservatório. Tais fatores

impulsionam o processo de eutrofização e conseqüentemente a impossibilidade do uso desse recurso (COSTA *et al.*, 2009).

Índices multimétricos são utilizados para avaliação da qualidade da água, sendo os Índices de Qualidade da Água (IQA) e Estado Trófico (IET) os mais populares, no entanto, não há consenso entre as agências de regulação da qualidade da água na região nordeste, sobre um índice a ser utilizado nesses sistemas. As peculiaridades climáticas da região, como mencionado, provocam mudanças na dinâmica dos reservatórios tais como elevada taxa de metabolização de nutrientes (THORTON; RAST, 1990) sendo necessários índices específicos para esses reservatórios.

O IQA adaptado pela (CESTEB) está bem consolidada na região sul do país. Na região nordeste ainda não se encontra índices mais específicos para esta região que levem em consideração tais particularidades. No entanto, a vigilância da qualidade da água para consumo humano deve ser uma atividade rotineira, preventiva, de ação sobre os sistemas públicos e soluções alternativas de abastecimento de água, a fim de garantir o conhecimento da situação da água para o consumo humano, resultando na redução das possibilidades de enfermidades transmitidas pela água (BRASIL, 2005).

Neste contexto, em virtude da necessidade de avaliação da qualidade da água em regiões semiáridas e da necessidade da consolidação de uma ferramenta para avaliação da mesma, este trabalho tem como objetivos avaliar os diferentes índices utilizados para determinação da qualidade da água no Brasil e seu potencial para aplicabilidade em reservatórios do semiárido.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em quatro reservatórios inserido na bacia do rio Paraíba (figura 1), nos meses de março e abril de 2012. Os reservatórios avaliados foram: Cordeiro, (7°47'48" S , 36°39'34" W), capacidade Máxima de 69.965.945 m³; Camalaú (7° 53' 20" S, 36° 49' 22" W), capacidade máxima de 48.107.240 (m³); Mucutu (7° 4' 4" S, 36° 34' 40" W) capacidade Maximo de 25.370.000 m³; São Salvador (7° 5' 42" S, 35° 13' 58" W) capacidade máxima de 12.657.520 m³ (AESA, 2013).

Área de estudo

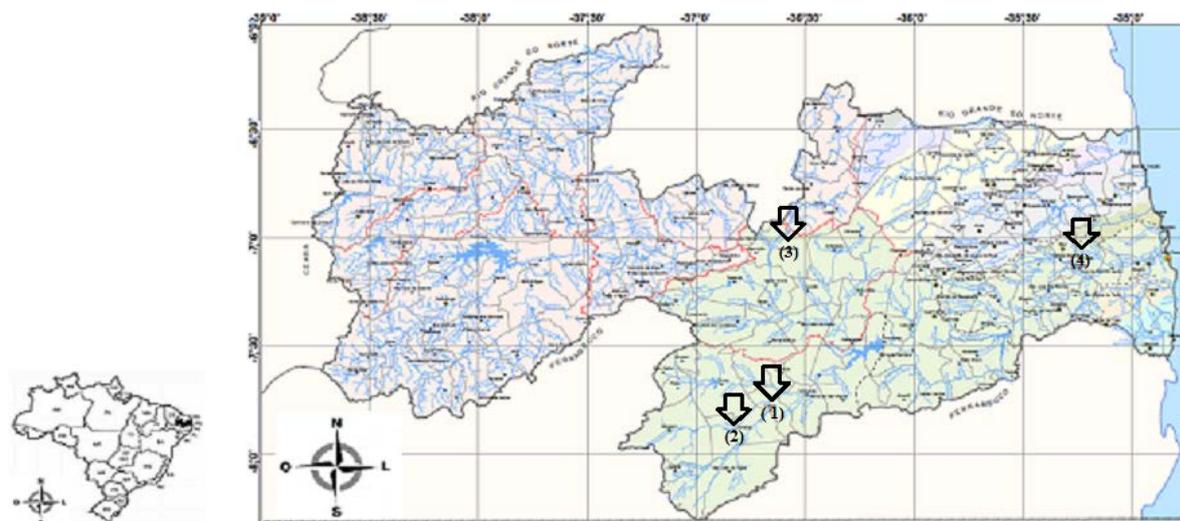


Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do estado da Paraíba- (1) Reservatório Cordeiro, (2) Camalaú, (3) Mucutu, (4) São Salvador. Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA, 2013).

Os reservatórios Cordeiro, Mucutu e Camalaú, estão situados na Microrregião Homogênea do Cariri do estado. Em termos de climatologia e de acordo com a classificação de Köeppen, a região possui um clima do tipo



BSwh', semiárido quente, com estação seca atingindo um período que compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias em torno de 400 mm.ano⁻¹. O reservatório São Salvador, está situado no município de Sapé, localizado na Microrregião de Mata atlântica do estado. De acordo com a classificação de Köppen, região possui um clima do tipo As' tropical, quente e úmido, com pluviosidade média anual em torno de 1.600 mm.ano⁻¹. O período chuvoso começa no outono e se estende até o final do inverno (agosto).

Variáveis Ambientais

As amostras foram coletadas nos meses de março e abril de 2012. Os dados físicos e químicos da água, coletados simultaneamente aos dados biológicos, foram: Temperatura da água, pH, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais (todos com auxílio da sonda multiparamétrica HORIBA® U-50) e Transparência da água (disco de Secchi). Fósforo, Nitrogênio total e Ortofosfato, por meio do Método espectrofotométrico, Clorofila *a* (método de extração por acetona a frio), Demanda Bioquímica de Oxigênio (APHA, 1992) e, coliformes termotolerantes (método dos Tubos Múltiplos).

Variáveis Analisadas

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

Os parâmetros utilizados no cálculo do índice de qualidade da água (IQA) são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (CETESB 2006).

Foi calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondente aos seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Resíduo Sólido Total (Sólidos Dissolvidos Totais -SDT), Temperatura da Água e Turbidez.

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

Os Índices do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água do ambiente, quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou potencial crescimento de macrófitas aquáticas.

Sistemas convencionais utilizam os seguintes parâmetros: Fósforo Total, ortofosfato solúvel, transparência da água e Clorofila "a". O índice de estado trófico (IET) modificado por TOLEDO *et al.* (1983), descrita na (Equação 1), propôs uma modificação nas expressões do Índice do Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), incluindo o ortofosfato solúvel. O Índice do Estado Trófico (IET - CARLSON, 1977), descrita na (Equação 2), usa apenas três parâmetros (transparência, clorofila "a" e fósforo total). Enquanto que o Índice do Estado Trófico modificado por LAMPARELLI (2004) inclui somente dois parâmetros (clorofila "a" e Fósforo total), descrita na equação 3.

(Equação 1)

$$\text{IET (SD)} = 10 \times (6 - [(0,64 + \ln S)/\ln 2])$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - [\ln (80,32/P)/\ln 2])$$

$$\text{IET (PO}_4\text{)} = 10 \times (6 - [\ln (21,67/ \text{PO}_4)/\ln 2])$$

$$\text{IET (Cla)} = 10 \times (6 - [2,04 - 0,695 \ln \text{Cla}]/\ln 2)$$

(Equação 2)

$$\text{IET (SD)} = 10 \times (6 - \ln \text{SD})/\ln 2)$$

$$\text{IET (Cla)} = 10 \times (6 - [2,04 - 0,68 \ln \text{Cla}]/\ln 2)$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - [\ln (48/\text{PT})/\ln 2])$$

(Equação 3)

$$IET (CLa) = 10x (6-[(0,92-0,34x(\ln CL))/\ln 2])$$

$$IET (PT) = 10x (6- [(1,77-0,42x(\ln PT))/\ln 2])$$

Onde:

PT:concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

CLa:concentração de clorofila a medida à superfície da água,em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

PO₄: concentração de Ortofosfato e medida á superfície da água em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

SD: Transparência da água

ln: logaritmo natural

Análise de dados

A associação entre as variáveis que influenciam a qualidade da água dos reservatórios foi identificada mediante o uso de análise estatística multivariada - Análise Fatorial (AF). Para a análise dos dados utilizou-se o software Statistica®, versão 7.0.

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os resultados das variáveis limnológicas aferidas. Em termos de transparência, observou uma média de 1,36 metros de profundidade entre os reservatórios, no entanto, Cordeiro, apresentou a maior valor. A temperatura da água apresentou uma média de 27 °C, sendo o maior valor ocorrido no reservatório São Salvador, o qual também apresentou maiores valores de turbidez. Os Sólidos Dissolvidos Totais estavam presentes em maior quantidade no reservatório Camalaú, com 433mg/L.

Os valores de pH da água, apresentaram resultados com média geral de 8,21. O Oxigênio Dissolvido, seguindo a estrutura térmica dos reservatórios, apresentando uma média de 8,49 mg/L (Tabela 1). As concentrações de PT foi mais elevado no reservatório Cordeiro, com o valor de 48 mg/L. Os valores médios de Ortofosfato foram de 0,46 mg/L, sendo o maior valor em Cordeiro. O mesmo foi observado em relação à concentração de NT. Já com relação à Clorofila *a*, o maior resultado foi constatado no reservatório São Salvador, com uma concentração de 9,4 mg/L e, as maiores quantidades de C. Termotolerantes foram observadas em Cordeiro. Da mesma forma que a concentração de DBO (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados das variáveis quantitativas dos parâmetros limnológicos dos quatros reservatórios.

Variáveis	Cordeiro	Camalaú	Mucutu	S. Salvador	Média (\bar{x})
Transparência (m)	1.55	1.48	1.32	1.12	1.36
Temperatura (° C)	26.76	29.25	26.75	29.09	27.21
Turbidez (UNT)	0	3	2.7	6.5	3.05
SDT (mg/L)	0,506	433.0	132	340	226.27
Ph	7.54	8.54	8.68	8.08	8.21
O. Dissolvido (mg/L)	6.10	9.58	9.65	8.63	8.49
Fósforo Total (mg/L)	48	0.21	0.13	0.17	12.12
Ortofosfato (mg/L)	1.6	0.16	0.1	0.14	0.46
Nitrogênio Total (mg/L)	702.5	0.82	1.16	0.95	176.35
Clorofila <i>a</i> (mg/L)	4.22	3.72	4.6	9.4	5.4
C. Termotolerantes NMP/100 ml	1.600	31	22	0	13.65
DBO (mg O ₂ /L)	8.6	5.54	5.5	7.95	6.89

Em relação aos parâmetros usados para determinação de casa um dos Índices, é possível observar que para mensurar o Índice de Qualidade de Água é necessário um número de variáveis maior em relação aos demais, além disso, observa-se que o índice usa um maior número de variáveis químicas para sua mensuração (Figura 2). O Índice de Estado Trófico de Carlson (1977) elaborado para ambientes temperados apresenta um número reduzido de parâmetros, em relação ao Índice de Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo Jr. *et al.*, (1983) o qual enfatiza em sua média ponderada final a divisão do valor da transparência de água. O Índice de Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo Jr. *et al.*, (1990) em suma apresenta os mesmos parâmetros e o mesmo cálculo do elaborado no ano 1983, porém apresenta novos padrões de classificação, como Ultraoligotrófico e Hipereutrófico do ecossistema aquático em estudo.

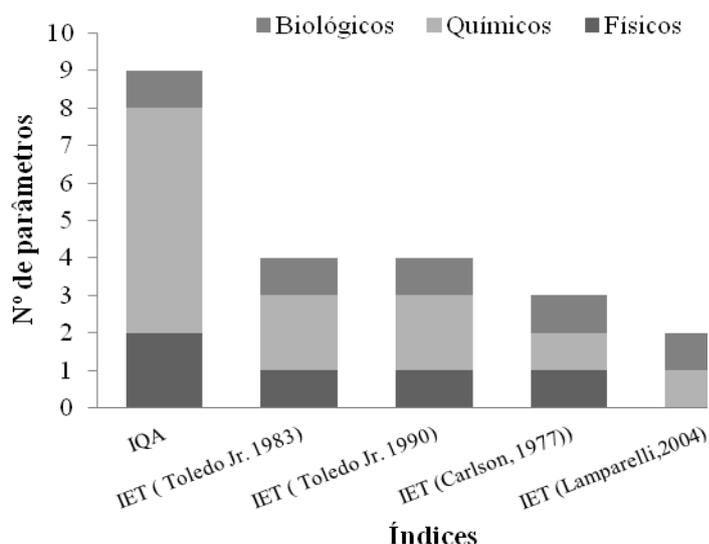


Figura 2: Representação das quantidades de variáveis físicas, químicas e biológicas presentes nos Índices analisados. IQA: Índice de Qualidade de Água; IET: Índice de Estado Trófico.

Os Índices quando aplicados para os reservatórios amostrados, apresentaram divergências principalmente em relação à aplicação dos Índices de Estado Trófico e o Índice de Qualidade de Água como mostra a Tabela 2, onde, a maioria dos reservatórios quando avaliados pelo Índice de Qualidade Ambiental foram classificados como Bons, enquanto que para todos os Índices de Estado Trófico todos os reservatórios foram classificados como Eutrófico ou Hipereutrófico.

Tabela 2: Classificação dos reservatórios para cada Índice estudado.

	IQA	IET (Carlson, 1977)	IET (Toledo Jr, 1983)	IET (Toledo, 1990)	IET (Lamparelli, 2004)
Cordeiro	Ruim	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Camalaú	Boa	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Macutu	Boa	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
São Salvador	Boa	Eutrófico	Eutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

As variáveis limnológicas quando integralizadas na análise fatorial, os dois primeiros fatores explicaram 80,25 % da variabilidade dos dados. O primeiro componente (Fator 1) explicou 56,31 % da variabilidade total dos dados, tendo uma forte correlação entre as variáveis Fósforo Total, Ortofosfato, Nitrogênio Total, Amônia, Nitrito e Nitrato (Tabela 3).

Tabela 3: Correlações das variáveis com os componentes principais I e II.

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Disco de Sechi	0,67	-0,72
Temperatura	-0,52	0,24
Cor	-0,34	0,79
Turbidez	-0,76	0,62
Condutividade elétrica	-0,66	-0,36
Sólidos dissolvidos totais	-0,72	0,03
Salinidade	-0,25	-0,36
Ph	-0,87	-0,48
Oxigênio Dissolvido	-0,96	-0,29
Alcalinidade	0,95	-0,28
Cloretos	0,99	-0,02
Dureza	-0,38	-0,51
Fósforo total (PT)	1,00	0,02
Ortofosfato	0,99	0,08
Nitrogênio Total (NT)	1,00	0,02
Amônia	1,00	0,02
Nitrato	1,00	0,00
Nitrito	0,98	-0,15
Clorofila <i>a</i>	-0,10	0,93
<i>feofitina</i>	0,74	0,56
Coliformes Totais	-0,35	0,92
Coliformes Termotolerantes	-0,44	-0,81
DBO	-0,19	-0,54
Explicabilidade	56,31%	23,93%

DISCUSSÃO

Índice de qualidade da água foi proposto visando resumir as variáveis analisadas em um número, que possibilite analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que serve para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores (GASTALDINI & SOUZA, 1994). Por ser uma ferramenta que permite uma rápida e sistemática avaliação das características da água em relação às suas fontes poluidoras, o IQA passou a ser largamente aplicado no diagnóstico da qualidade ambiental de águas, controle e gerenciamento dos recursos hídricos. No entanto, os IQAs são de baixa aplicabilidade a diferentes sistemas hídricos, uma vez que a sua universalização não é válida, pois cada região tem suas características peculiares (KHAN *et al*, 2003). Embora, o IQA, possua como parâmetros, o nitrogênio total. O mesmo apresenta muitas variáveis, o que limita e dificulta sua ampla aplicabilidade para todas as regiões.

Com relação ao Índice de estado trófico (IET), o Índice de Carlson (1977) é um dos mais utilizados no Brasil, para estimar o estado trófico dos sistemas aquáticos, depois de algumas adaptações para adequá-lo às condições limnológicas dos reservatórios tropicais (Figura 2). No qual permite uma avaliação limnológica bastante aproximada do nível de enriquecimento nutricional de um corpo aquático e abrange apenas três parâmetros, (transparência, clorofila “a” e fósforo total). No entanto, ainda possui como principal limitação o fato de ter sido desenvolvido com base em dados de reservatórios de regiões de clima temperado, o que pode restringir sua aplicação a regiões de clima tropical. Uma forma de minimizar esta falta de aplicabilidade para diferentes regiões, principalmente as semiáridas, é o incremento dos compostos nitrogenados entre os



paramentos utilizados para o índice de estado trófico, uma vez que, a crescente eutrofização dos ambientes aquáticos tem sido produzida principalmente em decorrência de atividades humanas. No qual, as principais fontes desses poluentes têm sido identificadas como as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e a poluição difusa originada nas regiões agricultáveis, através dos compostos nitrogenados (PÁDUA, 2009). Além de resumir em poucas variáveis, tornaria mais simples e aumentaria sua aplicabilidade às regiões semiáridas.

Nota-se, na Tabela 3, que os dois componentes (Fator 1 e 2), determinadas pela Análise fatorial, explicam 80,25% da variância total das variáveis originais e permitem identificar as variáveis com maiores inter-relações em cada componente. Ou seja, os valores elevados dos pesos fatoriais sugerem quais são as variáveis mais significativas em cada fator. Por exemplo, o primeiro componente explica 56,31% da variabilidade dos dados e está associada, principalmente, aos compostos nitrogenados. Por tanto, isto pode ser um indicativo de que estes parâmetros tenha certa contribuição em relevar índices de qualidade da água para regiões tropicais semiáridas.

Por exemplo, na Tabela 2, quando submetido às classificações dos índices, observa-se que o Índice de Estado Trófico classificou os reservatórios como eutrófico e hipereutrófico e o Índice de Qualidade de Água classificou como Bons. Talvez, esta divergência pode ser um indicativo que os parâmetros utilizados não são adequados em virtude das características particulares da região semiárida.

Dos amplos índices postulados, não há um consenso entre os órgãos reguladores da qualidade da água na região semiárida do nordeste acerca de índice de qualidade. Isto reafirma a necessidade de adaptação dos modelos oriundos de lagos temperados ao serem aplicados em reservatório de clima tropical semiárido. No qual adote menos parâmetros e mais específicos, que, além de facilitar a interpretação dos dados, tornaria os resultados mais confiáveis.

Segundo Fontes, Oliveira e Medeiros (2003), a gestão da água deve começar a partir de que percurso a água traça no meio ambiente e com base nisto, termos o conhecimento detalhado das variáveis que compõe o ciclo hidrológico da região. Para que possamos ter melhores subsídios para uma gestão eficiente. Logo, cabe ressaltar que o comportamento desses ciclos se diferencia de região para região e o uso racional da água deve ocorrer com base nas suas características peculiares, baseando-se nos usos múltiplos desses ecossistemas. Por tanto, é necessário avaliar a influência da área da bacia de drenagem e das condições climáticas e antropicas sobre a qualidade da água, através de análises pontuais no tempo e espaço, de modo que se possa verificar a variação de diversos parâmetros microbiológicos e físico-químicos, para que possa ter uma maior aplicabilidade para cada região.

CONCLUSÃO

O IET de Carlson modificado tem se mostrado mais adequada para a determinação do estado trófico em reservatórios de clima tropical. No entanto, não há um consenso entre os órgãos reguladores na região semiárida do nordeste acerca de índice de qualidade da água. O tratamento estatístico revelou que, quando aplicado aos parâmetros limnológicos convencionais, os maiores pesos significativo estavam presente em grande quantidade, nos compostos nitrogenados. Por tanto a presença acentuada de compostos nitrogenados, possa ser um indicio de que estes parâmetros tenha certa contribuição em relevar índices de qualidade da água para regiões tropicais semiáridas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. <http://www2.aesa.pb.gov.br/meteoro/pcdlmrs.shtml> . 11 de out. 2013.
2. APHA – **American Public Health Association, Standard methods for the examination of water and waste water**. 20th ed. Washington: APHA, 1992.
3. BRASIL, Ministério da Saúde, Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental, Qualidade de água para consumo humano, Brasília – DF, 2005.
4. CARLSON, R.E., 1977. A Trophic State Index for Lakes. **Limnology and Oceanography** 22(2):361-369.



5. CETESB - Company of Technology and Environmental Sanitation.2006. Water quality variables(www.cetesb.sp.gov.br). Acesso em 11/10/13.
6. COSTA, I.A.S.; CUNHA, S.R.S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M.F.F.; MELO, J.L.S. & ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. (2009). Dinâmica de cianobactéria em reservatório eutrófico do semiárido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, 13 (2), 382-401.
7. FREITAS, F. R. S.; RIGHETTO, A. M.; ATTAYDE, J. L. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semiárido brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p. 655-665, 2011.
8. FONTES, A. S.; OLIVEIRA, J. I. R. & MEDEIROS, Y D P, A evaporação em açudes no Semiárido Nordeste do Brasil e a Gestão das Águas, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba – Paraná, 2003.
9. GASTALDINI, M.C.C.;SOUZA,M.D.S.,1994. "Diagnóstico do Reservatório do Vacacaí-Mirim através de Índices de Qualidade de Água", 1º Seminário sobre Qualidade de Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre.
10. LAMPARELLI, M.C. 2004. Degrees of trophy in water bodies of São Paulo: Evaluation of monitoring methods. Doctoral Thesis, Institute of Biosciences, University of São Paulo, São Paulo. 235 pp. (in Portuguese).
11. PÁDUA, V. L. (Coordenador). **Água: Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano – Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro, 2009.
12. TOLEDO, A.P; AGUDO, E.G.;TOLARICO,M.; CHINEZ, S.J., 1984. Aplicação de modelos simplificados para avaliação da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais; CETESB.
13. KHAN, F.; HUSAIN, T.; LUMB, A., Water quality evaluation and trend analysis in selected watersheds of the Atlantic region of Canada, **Environmental Monitoring and Assessment**, 88: 221, 2003.