

# Avaliação da Qualidade da Água nos Assentamentos de Reforma Agrária Bernardo Marin II e Mundo Novo, Município de Russas (Ceará, Brasil): um estudo de caso

Maria Goretti G. M. Castro<sup>1</sup>  
Aldo P. Ferreira<sup>2</sup>  
Inês E. Mattos<sup>3</sup>

## Resumo

A seca constitui um dos principais problemas da região Nordeste. O Ceará foi o precursor da instalação de açudes na região para regularizar a vazão de cursos d'água importantes, porém, a água nesse tipo de reservatório tende a apresentar alterações de qualidade devido a contaminações difusas. A pesquisa focou os assentamentos de reforma agrária em Russas, Ceará. A qualidade da água foi analisada através do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice do Estado Trófico (IET). Foi encontrado IQA na faixa de água de boa qualidade, contudo as amostras apresentaram desacordo com as normas quanto à cor, cloretos e fósforo total. Quanto ao IET, a área de recreação dos açudes apresentou-se mesotrófica e em outro ponto do Açude Grande, oligotrófica. Sugere-se a retirada ou minimização das fontes de poluição nos açudes como primeiro passo para minimização e recuperação destes. Destaca-se, também, a importância do acompanhamento da evolução do IET.

palavras-chave: Índice de qualidade de água, Índice do Estado Trófico, açudes, semi-árido

## Abstract

WATER QUALITY ASSESSMENT MANAGEMENT IN AGRARIAN REFORM SETTLEMENTS BERNARDO MARIN II AND MUNDO NOVO, RUSSAS MUNICIPALITY (CEARÁ, BRAZIL): A CASE STUDY. The drought is one of the main problems in Northeast region. Ceará State was the precursor of dam installation in this region to regulate the flow of important water courses, but diffuse contamination tends to change the water quality in this type of reservoir. The research focused on the agrarian reform settlements in Russas, Ceará. Water quality was analyzed by the Water Quality Index (WQI) and the Trophic Level Index (TLI). WQI was found in the range of good quality water, but the samples showed disagreement for color, chlorides and total phosphorus standards. TLI indicated that the dam's recreation area was mesotrophic and oligotrophic in another area of Açude Grande. It is suggested the removal or mitigation of pollution sources as a first step for dam's recovery. It is also stresses the importance of monitoring the evolution of TLI.

**keywords:** Water quality index, Trophic Level Index, dams, semi-arid

## Introdução

O fenômeno da seca se constitui em um dos principais problemas enfrentados pela região Nordeste do Brasil e, em consequência da escassez e do mau uso dos recursos hídricos no semi-árido nordestino, a qualidade de vida e as condições de saúde da população são, de modo geral, insatisfatórias (Luna, 2008). Destacando-se pelas suas condições de semi-aridez, o estado do Ceará foi o precursor da instalação de açudes naquela região. Esses açudes de médio e grande porte instalados no estado são utilizados para as mais variadas finalidades, mas, principalmente, para regularizar a vazão de cursos d'água importantes, de forma a possibilitar o desenvolvimento de grandes empreendimentos nos pólos agrícolas (Teixeira, 2004; Melo, 2005; Meireles et al., 2007).

As comunidades rurais do estado são abastecidas por água de açudes menores, com pouca profundidade, que secam com frequência durante o período de estiagem, e também pela utilização de águas subterrâneas, via perfuração de poços (Junior et al., 2003). Entretanto, sob os efeitos do clima semi-árido e o predomínio de rochas cristalinas, com solos rasos, baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural em 75% do território do estado, a água proveniente desses poços é, com frequência, salinizada (Júnior et al., 2003). Cerca de 80% dos poços perfurados no Nordeste do Brasil apresentam teores de sais muito acima do aceitável para o consumo humano, que é de 1.000 mg/l (Melo, 2005).

1 SES/CE Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Saúde do Estado do Ceará, Vigilância Sanitária. Avenida Almirante Barroso, 600. Praia de Iracema, 60060-440 - Fortaleza, CE - Brasil - Mestrado Profissional em Vigilância e Saúde, Ensp/Fiocruz. gorettingurgel@uol.com.br

2 CESTE/ENSP/FIOCRUZ Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz - Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - 21041-210 - Manguinhos - Rio de Janeiro - RJ - Brasil. aldoferreira@ensp.fiocruz.br

3 DEMQS/ENSP/FIOCRUZ Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz - Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - 21041-210 - Manguinhos - Rio de Janeiro - RJ - Brasil. imattos@ensp.fiocruz.br

A água estocada em reservatórios superficiais sofre alterações na sua qualidade causadas por processos físicos, principalmente evaporação, por ações químicas (reações, dissolução e precipitação) e biológicas (crescimento, morte e decomposição) (Melo, 2005; Meireles et al., 2007). A ação antropogênica sobre o meio aquático é a principal responsável por alterações na qualidade da água e, no meio rural, onde a principal atividade econômica é a agricultura, destaca-se a contaminação por pesticidas e fertilizantes (Tucci et al., 2003; Ferreira et al., 2008).

A complexidade do problema aponta para a necessidade do desenvolvimento de estudos que possam se constituir em ferramentas básicas para a adoção de políticas públicas e ações inter-setoriais, visando à sustentabilidade ambiental e às condições de vida das populações (Biggs, 2000).

Diante desse quadro, o monitoramento dos açudes destaca-se como um importante instrumento de gestão, possibilitando a tomada de decisão por parte dos órgãos ambientais (Saad et al., 2007). Esse monitoramento propicia a obtenção de dados qualitativos e quantitativos da água bruta, evidenciando requisitos de qualidade traduzidos, de forma generalizada e conceitual, em função de seus usos previstos (Sperling, 1996; Duarte, 1999). Sob esse aspecto, os Índices de Qualidade de Água (IQA) (Cetesb, 2008) e o Índice do Estado Trófico de Carlson (IET) (Carlson, 1977) constituem-se em ferramentas que viabilizam uma avaliação rápida das características da água, em relação às fontes de poluição, através de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. O tratamento e análise dos dados para cada parâmetro resultam na caracterização do corpo d'água, quanto a sua classificação para uso.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos recursos hídricos e identificar o potencial de contaminação das fontes de abastecimento nos assentamentos de reforma agrária Bernardo Marín II e Mundo Novo, situados no município de Russas, Ceará.

## Material e métodos

### Área de estudo

O Estado do Ceará está compreendido na porção oriental do Nordeste brasileiro, ocupando uma área de 143.484,40 km<sup>2</sup>, onde vivem aproximadamente 7,42 milhões de habitantes, e com uma densidade demográfica de 51,7 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, Censo Demográfico 2000).

O município de Russas, localizado na região semi-árida do Ceará, está inserido na Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, a qual tem uma área de drenagem de 6.875 km<sup>2</sup>, correspondente a 4,64% do território cearense, sendo composta por 9 municípios (Icapuí, Aracati, Fortim, Itaiçaba, Jaguaruana, Russas, Quixeré, Limoeiro do Norte e Palhano). Nessa região, o Rio Jaguaribe é perenizado

pelos açudes Médio e Alto Vele, bem como das bacias dos rios Salgado e Banabuiú. Com 207 açudes, a região oferece uma capacidade de reserva de 296,71 hm<sup>3</sup>. O município possui seis projetos de Assentamentos de Reforma Agrária, sob a coordenação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), entre os quais, os dois que foram alvo do presente estudo, comportando o açude Grande, no assentamento Bernardo Marín II e o açude Salgado no assentamento Mundo Novo (Castro, 2008), possuindo uma área inundada de 2.260 ha e 3.300 ha, com profundidade média de 5.93 m e 8.95 m, respectivamente (Melo, 2005).

O assentamento Mundo Novo, localizado a 48 km da sede do município, tem área total de 4.226,28 hectares. Possui capacidade para 110 famílias, contando atualmente com 73 famílias assentadas, com um total aproximado de 365 pessoas. O assentamento Bernardo Marín II tem área de 240 hectares, está localizado a 15 km da sede e conta, atualmente, com 33 famílias assentadas, com um total aproximado de 145 pessoas (Castro, 2008).

A atividade econômica básica desenvolvida pelas famílias assentadas é a agricultura, cultivando-se culturas de subsistência (feijão, milho e mandioca), plantio de frutíferas e a criação de pequenos animais. A aplicação de agrotóxicos é uma prática relativamente freqüente, embora recebam orientação para adotarem sistemas agroecológicos.

## Índice de Qualidade da Água - IQA

O denominado Índice de Qualidade da Água é um número obtido a partir de uma equação matemática cujos termos correspondem aos valores de parâmetros de qualidade físicos, químicos e microbiológicos. Esse índice fornece uma indicação relativa da qualidade da água, permitindo uma comparação espaço-temporal de pontos distribuídos num mesmo corpo aquático ou entre distintas coleções hídricas. Para o desenvolvimento do IQA foi efetuada uma pesquisa com profissionais de diversas especialidades, com a finalidade de selecionar os parâmetros mais significativos e seu peso relativo na composição do índice final (Dinius, 1987).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) modificou e adaptou o IQA, que passou, então, a ser calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de água: 1) temperatura da amostra, 2) pH, 3) oxigênio dissolvido, 4) demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), 5) coliformes fecais, 6) nitrogênio total, 7) fósforo total, 8) sólidos totais e 9) turbidez.

Para fins de cálculo do IQA, a seguinte equação (**equação 1**) é utilizada:

$$\text{IQA-NSF} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{equação 1})$$

onde,

**IQA-NSF**: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

**qi**: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

**wi** : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que (**equação 2**):

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (\text{equação 2})$$

Para o cálculo do IQA foram selecionados nove parâmetros considerados os mais importantes na qualificação da água, e para cada um deles foi definido o peso de sua importância na determinação do índice. A **tabela 1** apresenta os parâmetros e pesos relativos IQA.

**Tabela 1.** Parâmetros e pesos relativos do IQA

Nº	Parâmetro	Unidade	Peso (w)
01	Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
02	Coliformes Fecais	NMP/100ml	0,15
03	pH	-	0,12
04	DBO5	mg O2/L	0,10
05	Nitrogênio Total	mg N/L	0,10
06	Fósforo Total	mg P/L	0,10
07	Turbidez	UNT	0,08
08	Sólidos Totais	mg/L	0,08
09	Temperatura de desvio	°C	0,10

Fonte: Dinius (1987); Cetesb (2008)

O índice de qualidade da água varia normalmente entre 0 e 100, sendo que quanto maior seu valor, melhor é a qualidade da água (**Tabela 2**). Os índices de qualidade da água estão associados ao uso que se deseja para um corpo d'água.

**Tabela 2.** Classificação de águas naturais, de acordo com o IQA

Índice (IQA)	Qualidade
79 < IQA ≤ 100	Ótima
51 < IQA ≤ 79	Boa
36 < IQA ≤ 51	Aceitável
19 < IQA ≤ 36	Imprópria para tratamento convencional
IQA ≤ 19	Imprópria para consumo humano

Fonte: Dinius (1987); Cetesb (2008)

Os valores de  $q_i$ , referentes parâmetros que compõem o cálculo dos índices utilizados, são obtidos através de

modelos matemáticos que contemplam as variações e influências que cada parâmetro possa vir a ter, ao longo do monitoramento. Tais índices são incorporados nas expressões específicas de cada parâmetro, obtendo-se, assim, o cálculo do índice de qualidade para cada parâmetro (Cs) (Duarte, 1999; PNUMA, 2005; Luna, 2008).

## Índice do Estado Trófico

O Índice do Estado Trófico (IET) foi definido por Carlson (1977) e sua finalidade é classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, assim avaliando a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou ao potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas. As avaliações de estado trófico são em função dos valores obtidos para as variáveis: clorofila  $a$  e fósforo total, sendo o IET composto pelo IET para o fósforo: IET(P) e o IET para a clorofila  $a$ : IET(CL):

(**equação 3**)

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

(**equação 4**)

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

(**equação 5**)

O IET será a média aritmética das **equações 3 e 4**:

$$\text{IET} = [\text{IET (P)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

Para a interpretação do estado trófico dos corpos aquáticos é utilizada a classificação do nível de trofia, como demonstra a **Tabela 3**, abaixo.

**Tabela 3.** Classificação do estado trófico

Estado trófico	Critério	PT (mg P/m3)	Clorofila a (mg/m3)
Oligotrófico	IET ≤ 44	P ≤ 26,5	Cl "a" ≤ 3,8
Mesotrófico	44 < IET ≤ 54	26,5 < P ≤ 53,0	3,8 < Cl "a" ≤ 10,3
Eutrófico	54 < IET ≤ 74	53,0 < P ≤ 211,9	10,3 < Cl "a" ≤ 76,1
Hipeutrófico	IET > 74	P > 211,90	Cl "a" > 76,1

Fonte: Carlson (1977)

Para fins do presente estudo, foi realizada, em abril de 2008, a coleta de amostras do Açude Grande, no Assentamento Bernardo Marin II, e a coleta de amostras em dois pontos do Açude Salgado (parede do açude e área principal de recreação) no assentamento Mundo Novo. No Estado, as chuvas concentram-se no período de janeiro a junho, com poucas precipitações durante o resto do ano. Esse regime climático, associado a uma formação geológica com predominância de rochas cristalinas (setenta e cinco por cento do Território cearense é composto de rochas cristalinas), resulta em rios intermitentes que normalmente

escoam durante uma parte do ano em que ocorrem as chuvas. Nestas condições, o fornecimento de água para os diversos usos é provido por meio de reservatórios superficiais e, em menor escala, por poços perfurados.

Os procedimentos de coleta, preservação e armazenamento das amostras seguiram as recomendações da APHA (1998). Os frascos foram acondicionados em caixa com bolsas térmicas, para manter a temperatura em torno de 10°C e transportados para o Laboratório da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE/NUAM), local onde foram realizadas as análises.

## Resultados

Os valores médios obtidos para os Índices de Qualidade de Água Aditivo nos dois assentamentos estão apresentados na Tabela 4. Podemos observar IQA de 71,3 no Açude Grande (assentamento Bernardo Marin II), IQA de 58,7 na parede do Açude Salgado e IQA de 61,9 no ponto de recreação do mesmo açude (assentamento Mundo Novo).

**Tabela 4.** IQA observado nos Assentamentos Bernardo Marin II e Mundo Novo

Sítio de Estudo / Pontos		OD (%)	CTt (NMP/100 mL)	pH	DBO5 (mg O <sub>2</sub> /L)	NT (mg N/L)	PT (mg P/L)	TURB (NTU)	ST (mg/L)	ΔT (°C)	
Assentamento Bernardo Marin II Açude Grande (parede do açude)	Análise laboratorial	6,4	500	7,16	2,5	0,68	0,05	16	1165	0	IQA = 71,3
	qi	%OD=90,99 qOD=93,72	25,87	78,18	70,57	94,58	83,37	67	32	92,5	
Assentamento Mundo Novo Açude Salgado (parede do açude)	Análise laboratorial	3,9	130	6,91	18,5	1,32	0,1	50	187	0	IQA = 58,7
	qi	%OD=51,12 qOD=44,15	37,48	89,94	26,29	89,74	64,62	17,87	75,64	92,5	
Açude Salgado (ponto de recreação)	Análise laboratorial	6	5000	7,01	4,9	1,24	0,1	51	184,33	0	IQA = 61,9
	qi	%OD=76,19 qOD=82,62	11,75	91,7	30,22	90,34	64,62	16,19	76,01	92,5	
	Wi	0,17	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,1	

**Tabela 5.** Análises físico-químicas adicionais realizadas no Açude Grande

Parâmetros	Análises laboratoriais	Unidades	Padrões (1)	Metodologia das Análises
Cor	83	(mg Pt/L)	75	Espectrofotométrico
Nitrato	-	(mg/L N)	10,0	Redução de Cádmi
Nitrato	0,005	(mg/L N)	1,0	Diazotização
Sulfato	23	(mg/L SO <sub>4</sub> )	250	Espectrofotométrico
Condutividade	1747	(μS/cm)	-	Condutivimétrico
Cloretos	984,6	(mg/L Cl)	250	Titulométrico
Clorofila "a"	7	(μg/L)	30	Espectrofotométrico

Análises adicionais, realizadas na amostra do Açude Grande (Tabela 5), evidenciaram que os parâmetros cor, cloretos e fósforo total apresentaram-se em desacordo aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N°. 357/05, para águas doces Classe 2, ambiente lântico (CONAMA, 2005).

Na amostra do Açude Salgado, no ponto parede do açude, os parâmetros cor, OD, DBO e fósforo total também se apresentaram em desacordo aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N°. 357/05, para águas doces Classe 2, ambiente lântico. No mesmo açude, a amostra coletada no ponto área de recreação do açude apresentou os parâmetros cor, fósforo total e coliformes termotolerantes em desacordo com os padrões estabelecidos pela referida Resolução para águas doces Classe 2, ambiente lântico.

Resultados do IET são apresentados na Figura 1. A área de recreação do Açude Salgado e o Açude Grande estão mesotrópicas, com IETs 46,6 e 48,48, respectivamente. Já o ponto de coleta (parede) do Açude Grande apresenta qualidade oligotrófica.

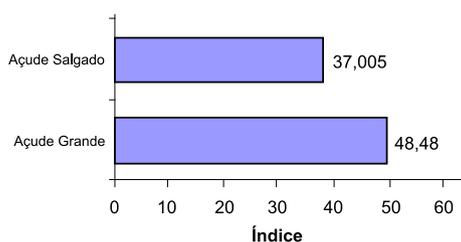


Figura 1. Resultados de IET

## Discussão

As exigências de qualidade da água não são marcos irrestritos, uma vez que se diferenciam em função do uso determinado. Segundo Esteves (1988), a proteção da qualidade da água dos açudes deve ser efetuada através da aplicação de critérios integrados para o desenvolvimento, o manejo e o uso a que se destinam. Dessa forma, é desejável que se conheça a sua qualidade segundo as diferentes formas de utilização, como é o caso da água potável, com fins domésticos, urbanos, industriais, etc.

Nesse sentido, a avaliação da qualidade das águas de açudes destaca-se como uma ferramenta imprescindível no que tange às questões hídricas, pois possibilita uma abordagem holística sobre os principais mecanismos e interações que se desenvolvem nestas represas. Através dos modelos matemáticos é possível compreender algumas propriedades dos sistemas aquáticos, prever suas reações a estímulos e estimar suas capacidades de autodepuração. Essas ferramentas também permitem antever os impactos decorrentes de inúmeros cenários hipotéticos, o que possibilita fundamentar as decisões de gestão por seus responsáveis legais (Castro, 2008).

Nessa pesquisa, o modelo IQA foi utilizado, basicamente, na análise da qualidade da água de dois açudes, tendo sido fundamentado em informações obtidas da literatura e *in loco*. Esse modelo poderá auxiliar na busca das possíveis soluções gerenciais para a minimização dos impactos ambientais que ocorrem nos assentamentos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água e recreação.

Embora apresentando IQA na faixa considerada como água de boa qualidade, as amostras coletadas nos dois assentamentos estudados apresentaram alterações de alguns parâmetros analisados, que merecem ser considerados.

O parâmetro cloretos tem efeitos sobre o balanço da salinidade osmótica em geral e sobre a troca de íons. O alto teor apresentado pode provocar alterações significativas no metabolismo dos peixes e depreciação da qualidade agrícola (Silva Junior et al., 1999).

O parâmetro fósforo total destaca-se pela sua importância nos sistemas biológicos, que se deve à participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como o armazenamento de energia

(forma uma fração essencial da molécula de ATP) e a estruturação da membrana celular (através dos fosfolípidios) (Esteves, 1998). O fósforo total é também o principal responsável pela eutrofização (Esteves, 1998).

O parâmetro cor apresentou teor ligeiramente acima do máximo permitido, sem sinalizar potenciais problemas.

Quanto ao parâmetro condutividade, os valores observados, entre 1500 e 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam um alto risco de salinização (Bollmann et al., 2005).

O parâmetro OD é um dos constituintes mais importantes dos recursos hídricos e, embora não seja o único indicador de qualidade da água, é um dos mais utilizados por estar diretamente relacionado com os tipos de organismos que podem sobreviver em um corpo de água (Jansen et al., 2008). Quando ausente, permite a existência de organismos anaeróbios que liberam substâncias que conferem odor, sabor e aspecto indesejáveis à água (APHA, 1998).

O parâmetro DBO expressa a capacidade dos microrganismos presentes em uma amostra de água natural em consumir oxigênio (APHA, 1998). A substância mais habitualmente oxidada pelo oxigênio dissolvido em água é a matéria orgânica de origem biológica, como a procedente de plantas mortas e restos de animais e, assim, é igual à quantidade de oxigênio consumida como resultado da oxidação da matéria orgânica dissolvida da amostra (Duarte, 1999; Biggs, 2000).

É importante destacar que para uma avaliação rigorosa da qualidade de corpos de águas não se pode ficar restrito somente aos resultados do IQA (Castro, 2008). Esse índice leva em consideração apenas aqueles parâmetros que podem afetar as propriedades organolépticas, o equilíbrio ecológico (por exemplo, eutrofização) e os riscos sanitários mais imediatos (Melo, 2005). Com efeito, outras substâncias, tais como resíduos de agrotóxicos e de metais pesados, os quais podem ocorrer em concentrações potencialmente danosas à saúde dos seres vivos, precisam ser considerados, mesmo em águas que apresentem IQA na faixa ótima (Bollmann et al., 2005; Jansen et al., 2008).

Segundo Tundisi (2003), a eutrofização natural é o resultado da descarga normal de nitrogênio e fósforo nos sistemas aquáticos e é benéfica, já que esses elementos são necessários à vida aquática. Entretanto, a eutrofização artificial é proveniente dos despejos de esgotos domésticos e industriais e da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura e leva à aceleração do processo de desenvolvimento de vegetais aquáticos, como as cianobactérias, produtoras de substâncias tóxicas (Tundisi, 2003). O aumento na produção primária de algas e macrófitas aquáticas, causado por grandes aportes de nitrogênio e fósforo, é considerado, atualmente, como o efeito mais importante da poluição em açudes (Melo, 2005). Saad et al. (2007) destacam como as principais ocorrências

derivadas dessa poluição: o crescimento excessivo de algas planctônicas (suspensas); o crescimento excessivo de algas perifíticas (aderidas a algum substrato submerso); o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas; a redução da riqueza em espécies de macrófitas presentes e a mudança na dominância do ambiente aquático, de macrófitas para algas perifíticas.

Como os açudes dos dois assentamentos agrários, objeto deste estudo, não recebem os efluentes da estação de tratamento de esgoto (ETE), ricos em nutrientes dissolvidos, a fonte mais provável de nitrogênio e fósforo, nesse caso, parece ser o sedimento contaminado por décadas de lançamento de esgotos *in natura*.

Foi demonstrado neste estudo que os açudes Grande e Salgado, situados nos assentamentos agrários estudados, possuem IQA de qualidade boa. Quanto ao IET, a área de recreação do Açude Salgado e o Açude Grande estão mesotrópicas, isto é, constituem-se em corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas, na maioria dos casos, em níveis ainda aceitáveis. Já o ponto de coleta (parede) do Açude Grande apresenta qualidade oligotrófica, representada por corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água.

Foi evidenciado que o IET constitui uma metodologia de avaliação da qualidade de corpos de água bastante prática, facilitando a interpretação e divulgação dos resultados obtidos. Quando aplicado a corpos aquáticos de uma mesma região, possibilita a rápida avaliação comparativa do estado limnológico dos mesmos. Apesar da retirada das fontes de poluição ser o primeiro passo para minimização e recuperação do corpo hídrico, é importante o acompanhamento da evolução do IET dos açudes estudados.

## Agradecimentos

A José Williams H. Souza e Magda K. Farias pela ajuda nos procedimentos de coleta e análises de água e ao laboratório da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará pela realização das análises.

## Referências

- APHA, 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. Washington. APHA, 1134 p.
- BIGGS, B.J. 2000. Eutrophication of streams and rivers: dissolved nutrient-chlorophyll relationships for benthic algae. *Journal of the North American Benthological Society* 19: 17-31.
- BOLLMANN, H.A., CARNEIRO, C. & PEGORINI, E.S. 2005. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: Andreoli, C.V. & Carneiro, C. Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Curitiba: Sanepar, p.215-269.
- CARLSON, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2): 361-369.
- CASTRO, M.G.G.M. 2008. Avaliação do Uso de Agrotóxicos e da Qualidade dos Recursos Hídricos nos Assentamentos de Reforma Agrária Bernardo Marín II e Mundo Novo, Município de Russas (CE): um estudo de caso. Dissertação de mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública, p.1-80
- CETESB. 2008. Índices de qualidade das águas. Disponível: [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp). Acesso em: 13 de junho de 2008.
- CONAMA. 2005. Resolução CONAMA 357, de 18/03/2005. Dispõe sobre a classificação das águas. Conselho Nacional de Meio Ambiente, Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em 12/04/2008.
- DINIUS, S.H. 1987. Design of an index of water quality. *Journal of the American Water Resources Association* 23(5): 833 - 843.
- DUARTE, M.A.C. 1999. Utilização dos índices de estado trófico (IET) e de qualidade de água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui-RN. Dissertação de Mestrado. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 156 p.
- ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 602 p.
- FERREIRA, A.P., CUNHA, C.L.N. & KLING, A.S.M. 2008. Environmental Evaluation Model for Water Resource Planning. Study Case: Piabanha Hydrographic Basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Eletrônica do PRODEMA – UFC* 2: 7-18.
- IBGE, 2000. Censo demográfico. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>. Acesso em 13/05/2008.
- JANZEN, J.G., SCHULZ, H.E. & LAMON, A.W. 2008. Medidas da concentração de Oxigênio Dissolvido na superfície da água. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 13(3): 278-283.
- JÚNIOR, G.M, COSTA, C.E.F.S & NETO, I.C. 2003. Avaliação hidroquímica e da qualidade das águas de um trecho do Rio Açu, Rio Grande do Norte. *Revista de Geologia* 16(2): 27-36.

- LUNA, B.J.C. 2008. Características espaço-temporais do sistema do Açude Acauã e seu atual índice de estado trófico. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 118 p.
- MEIRELES, A.C.M, FRISCHKORN, H. & ANDRADE, E.C. 2007. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido cearense. *Revista Ciência Agronômica* 38(1): 25-31.
- MELO, A.D. 2005. Operação de reservatórios no semi-árido considerando critérios de qualidade de água. Dissertação de Mestrado. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 89 p.
- SAAD, A.R., SEMENSATTO JR, D.L., AYRES, F.M. & OLIVEIRA, P.E. 2007. Índice de Qualidade da Água – IQA do reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990 – 2006. *Geociências* 6(1): 118-133.
- SILVA JUNIOR, L.G.A.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F. 1999. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 3(1): 11-17.
- SPERLING, M.V. 1998. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 243p.
- TEIXEIRA, F.J.C. 2004. Modelos de gerenciamento de recursos hídricos: análises e propostas de aperfeiçoamento do sistema do Ceará. Brasília: Banco Mundial e Ministério da Integração Nacional, 84p.
- TUCCI, C.E.M, HESPANHOL, I. & NETTO, O.M.C. 2003. A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025. *Bahia Análise & Dados* 13: 357-370.
- TUNDISI, J.G. 2003. Gerenciamento integrado de recursos hídricos: novas perspectivas. Rio de Janeiro: Instituto Brasil PNUMA 75, p. 4-5.

Artigo recebido em 21/01/09

Aceito em : 19/03/09

