

I-008 - ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO AÇUDE PACOTI COMO CONTRIBUIÇÃO AO SEU INVENTÁRIO AMBIENTAL

Mirella Sobral Maciel⁽¹⁾

Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental-IFCE-Maracanaú.

Maria Inês Teixeira Pinheiro⁽²⁾

Professora de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE – Campus Maracanaú. Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Emília Maria Alves Santos⁽³⁾

Professora de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE – Campus Maracanaú. Doutora em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Endereço⁽¹⁾: Rua Guarani, 1047 – Henrique Jorge – Fortaleza- Ce - CEP: 60510-192 - Brasil - Tel.: (85) 30238284 - e-mail: mirellamaciel25@hotmail.com.

RESUMO

Nos últimos anos, a água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso escasso em escala mundial. Entretanto, deve-se fazer a distinção entre as causas de sua escassez, sejam essas causas referentes às limitações qualitativas no uso da água, em detrimento da poluição, ou referentes às limitações quantitativas devido às condições climáticas, à demanda crescente ligadas ao aumento populacional, ao desenvolvimento econômico e ao seu uso ineficiente. Essas causas não se excluem, mas requerem mecanismos de gestão diferentes, ou pelo menos, complementares (PEREIRA, 1999). O presente trabalho se dispõe a avaliar o Inventário Ambiental do Açude Pacoti – IVA do Açude Pacoti. O IVA do Açude Pacoti foi elaborado dentro dos mais rigorosos critérios técnicos, pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh, 2011), utilizando, além das informações colhidas de campo, estudos acadêmicos já existentes e ferramentas de interpretação de imagens, dados tabulados e modelos tridimensionais. O IVA visa ser um instrumento técnico funcional, capaz de promover políticas públicas, em consideração à capacidade de minimizar os efeitos dos impactos ambientais adversos sobre o meio ambiente receptor, a saber, o açude Pacoti, assegurando, também, uma melhor qualidade ambiental e de saúde da população para a área onde se insere e aquela onde proporciona efeitos indiretos, com foco nos fatores que podem influenciar na qualidade das águas. Devido à identificação de várias fontes de poluição pontuais e difusas por meio da interpretação dos dados físicos, químicos e biológicos analisados no IVA, a água do açude Pacoti foi considerada eutrofizada, necessitando de medidas mitigadoras para minimizar os atuais impactos ambientais e impedir a sua intensificação.

PALAVRAS-CHAVE: Melhoria da Qualidade da Água, IVA do Açude Pacoti, IQA, IET.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos efluentes domésticos e industriais é lançada pontualmente e diretamente nos corpos d'água, reduzindo ainda mais a possibilidade de utilização dos recursos hídricos. Ainda sabendo que a qualidade da água superficial é diretamente afetada por poluentes oriundos dessas fontes pontuais de “efluentes”. Tal fato acaba por ocasionar a incorporação de uma série de substâncias orgânicas e inorgânicas, dentre elas, os nutrientes, que prejudicam a qualidade da água e, por extensão, as pessoas e processos que a consomem direta ou indiretamente.

No nordeste brasileiro, além das entradas de esgoto, outro fator que proporciona a alta concentração de nutrientes é o acúmulo de água em alguns açudes, tornando-os estagnados e submetidos à intensa evaporação. Juntamente com as escassas precipitações dessa região, concentram os sais e os compostos de fósforo e nitrogênio se concentram de modo a acelerar a eutrofização e o consequente crescimento de microalgas e cianobactérias que provocam a intensa cor esverdeada (ANA, 2005).

Desse modo, a análise dos fatores que levam à inviabilidade das várias formas do uso das águas dos açudes gerenciados e tendo em vista expressar as condições ambientais destes reservatórios no estado do Ceará, a Companhia de Gestão dos Recursos (Cogerh) constituiu o conceito do Inventário Ambiental de Açudes – IVA,

cujo objetivo é levantar, sistematizar e confrontar informações que de alguma forma se relacionem com a qualidade da água do reservatório inventariado, enfatizando o processo de eutrofização. Com isso, as principais finalidades almejadas para os inventários são as seguintes:

- ✚ Identificar o estado atual da qualidade da água;
- ✚ Verificar a adequação da qualidade da água aos diversos usos;
- ✚ Identificar e quantificar as condições reinantes e condicionantes desta qualidade;
- ✚ Subsidiar a definição de ações mitigadoras dos impactos ambientais existentes.

Os elementos intermitentes à própria condição ambiental esperada do açude e as interferências adversas, devem ser avaliados quanto aos fatores econômicos, ambientais, de saúde da população e da prevenção da poluição ou da contaminação das águas. Logo, é preciso avaliar a qualidade das águas do açude para posterior identificação das principais causas de sua alteração.

Análises e Coletas de campo realizadas no IVA.

As coletas das amostras de água tiveram por objetivos principais as seguintes finalidades:

- ✚ Identificar o estado trófico do reservatório;
- ✚ Calcular o IQA (índice de qualidade de água);
- ✚ Classificar a água quanto ao uso na irrigação;
- ✚ Identificar os parâmetros restritivos à classe que o corpo hídrico foi enquadrado ou à classe 2 da resolução 357 do CONAMA, quando ainda não enquadrado;
- ✚ Estimar a concentração média de fósforo representativa do reservatório.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada pela Cogeh na elaboração do IVA consta do seguinte:

As análises do reservatório foram feitas a partir do ponto georreferenciado com coordenadas UTM SAD 69: 551245.685E, 9553100. 488S, nos quais foram coletadas amostras a 05 profundidades da coluna d'água: 0,3 m; 1,1 m, 2,2 m, 5,7 m e 8,7 m para uma profundidade máxima até o sedimento de 11 m. A coleta foi realizada em 12 de Janeiro de 2011 (12/01/2011).

As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos plásticos descontaminados, armazenadas em isopor com gelo até a chegada ao laboratório, onde foram determinadas as concentrações analíticas dos parâmetros pretendidos.

As amostras coletadas a 0,3 metros de profundidade são submetidas à análise físico-química, subsidiando a classificação quanto ao uso na irrigação e os cálculos de índices indicadores da qualidade da água armazenada (IET e IQA), a densidade de organismos termotolerantes e a DBO.

As análises a 0,3m de profundidade foram classificadas de acordo com o seguinte preceito:

- Para Abastecimento Público (sigla ABA);
- Para irrigação (IRR);
- Análise de nutrientes, tipo 1 (NU1);
- Análise de nutrientes, tipo 2 (NU2);
- Análise de nitrogênio (NIT);
- Análise de demanda de Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- Análise de coliformes termotolerantes (CFE).

Nas demais profundidades foram analisados somente os nutrientes do tipo 1 (NU1), coletados com um amostrador de Van Dorn. As medidas de turbidez, condutividade elétrica (C.E.), temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido (OD) foram feitas in situ, utilizando-se sonda multiparamétrica, previamente calibrada com as respectivas soluções padrões, cobrindo as faixas de valores ordinariamente registrados no açude

As amostras coletadas a 0,3 metros (profundidade que será discutida no presente trabalho) de profundidade foram submetidas às análises físicas e químicas, para a determinação dos parâmetros necessários à classificação quanto ao uso na irrigação e para os cálculos de IQA (Índice de Qualidade de Água) e IET (Índice do Estado Trófico). Foram determinadas também a DBO e a densidade de organismos termotolerantes.

QUALIDADE DA ÁGUA

Nesta fase, foi realizada a verificação e adequação da qualidade da água, do açude Pacoti, para os diversos usos identificados na etapa de campo. Para tal, foi realizada a consolidação dos dados do monitoramento qualitativo com análise estatística dos resultados obtidos em laboratório, através de consulta ao banco de dados da COGERH.

QUANTIFICAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS

Com a definição em campo do ponto das amostragens de água para as análises, as características qualitativas das águas superficiais do reservatório foram analisadas a partir da obtenção dos dados abióticos, adquiridos na incursão do dia 12/01/2011, sendo calculados os seguintes índices: IET, pela aplicação do modelo de CARLSON (1974) desenvolvido para ambientes temperados e modificado por Toledo et al. (1984), com base em dados do sudeste brasileiro; IQA, pela aplicação de modelo de cálculo e critérios descritos em BRASIL (2005); e o índice de sodicidade corrigida – RAS° e de tendência à salinização pela condutividade, analisados conjuntamente, conforme descrito em Ayers & Westcot (1999). As classes para cada um dos índices se encontram resumidas nos QUADROS 03,04 e 05, respectivamente.

EUTROFIZAÇÃO

O Estado Trófico foi definido através do cálculo do índice de Estado Trófico (IET) para região semiárida, desenvolvido por Toledo et al. (1984), que propuseram uma modificação do IET de Carlson (1977).

O cálculo do IQA foi obtido pela aplicação do modelo de cálculo e critérios descritos em Brasil (2005). Para o cálculo foi utilizado o software IQADATA, utilizando os seguintes parâmetros analisados: Temperatura, Oxigênio dissolvido (OD), Coliformes termotolerantes, Demanda bioquímica de oxigênio (DQO), Fósforo total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amônio, Nitritos, Nitratos, Nitrogênio total, Saturação de oxigênio, pH (Potencial Hidrogeniônico), Sólidos totais dissolvidos, Turbidez.

O resultado do IQA foi obtido por meio do produto ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

O índice de sodicidade corrigida – RAS° e de tendência à salinização pela condutividade, foram analisados conjuntamente, conforme descrito em Ayers & Westcot (1999).

As classes para cada um dos índices se encontram resumidas nos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

QUADRO 01 - Classes do Índice do Estado Trófico – IET adotadas

Estado trófico	Limites	Especificação
Oligotrófico	$IET \leq 44$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, nos quais não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água.
Mesotrófico	$44 < IET \leq 54$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	$54 < IET \leq 74$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus usos múltiplos.
Hipereutrófico	$IET > 74$	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, podendo inclusive estarem associados a episódios de florações de algas e mortandade de peixes.

Fonte: CETESB (2004)

QUADRO 02 - Classes do Índice de Qualidade da Água - IQA adotadas

Classes IQA*	
Nível de qualidade	Limites
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito ruim	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: BRASIL (2005)

QUADRO 03 - Classes de qualidade da água para irrigação adotada

Classes para irrigação*	Condutividade (mS/cm)		SAR ^o	
Baixo risco	0,10 – 0,25	C1	0 – 10	S1
Médio risco	0,25 – 0,75	C2	10 – 18	S2
Alto risco	0,75 – 2,25	C3	18 – 26	S3
Muito alto risco	Ce > 2,25	C4	SAR ^o > 26	S4

Fonte: U.S. Salinity Laboratory Staff *apud* Salassier (1983).

ANÁLISES DOS RESULTADOS

A análise dos resultados do cálculo do Índice de Estado Trófico verificados no Quadro 1 mostram que o açude Pacoti se encontra oligotrófico para o parâmetro Clorofila-a e eutrófico quanto ao fósforo total. Este fato justifica-se pela provável contribuição de afluência de nutrientes da bacia hidrográfica. A partir da avaliação qualitativa do estado trófico do açude Pacoti verifica-se que este se encontra Eutrofizado.

QUADRO 04 – Índices do estado trófico

ÍNDICES	RESULTADOS	ELEMENTOS	CONCENTRAÇÕES
IET(P)	72,46	FÓSFORO TOTAL (PT)	0,053
IET(CLa)	43,07	CLOROFILA-A	57,25
IET	57,77		

Fonte: Cogeh (2011).

QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

O IQA (índice de qualidade da água) é um índice que trabalha com vários parâmetros e que fornece indicações do tipo de tratamento que será necessário para tornar potável a água bruta.

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.

O cálculo do IQA foi realizado através do software IQADATA, cedido pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, utilizando os seguintes parâmetros analisados: Temperatura, Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, Demanda bioquímica de oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitritos, Nitratos, Nitrogênio total, Saturação de oxigênio, pH, Sólidos totais dissolvidos, Turbidez. O cálculo da determinação e os gráficos resultantes das análises do IQA são mostrados no QUADRO 05.

A partir deste cálculo, o ponto analisado do açude foi classificado, apresentando águas de nível de qualidade ruim, ou seja, o açude apresenta importantes restrições aos usos pela influência de ações antrópicas na bacia hidrográfica, alterando demasiadamente os valores dos parâmetros avaliados.

QUADRO 05 - Cálculo do IQA.

IQA: NSF					
Variável	Unidade	Peso (wi)	Valor	qi	Resultado
Temperatura de referência (Tr)	° C		29,00		
Temperatura (Ti)	° C		0,00		
Temperatura (Tr-Ti)	° C	0,100	29,00	11,59	1,28
Oxigênio dissolvido	mg/L, O ₂		8,25		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,160	2,00	88,62	2,05
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L, O ₂	0,110	61,45	2,00	1,08
Fósforo total	mg/L, P	0,100	0,05	90,25	1,57
Nitratos	mg/L, NO ₃ - N	0,100	0,03	97,35	1,58
Nitrogênio total (NTK+NO ₂ +NO ₃)	mg/L, N		0,04	97,17	
Saturação de oxigênio	%	0,170	57,04	53,61	1,97
pH	-	0,110	8,71	58,88	1,57
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0,070	494,00	32,23	1,28
Turbidez	NTU	0,080	63,60	31,82	1,32
Classificação: Ruim					36,31

Fonte: Cogeh (2011).

Ressalta-se que poderão ocorrer de forma negativa, possíveis alterações no IQA devidas ao aporte do sistema hídrico a montante da bacia de água ao reservatório, uma vez que, no período chuvoso, talvez seja insuficiente superar os volumes de água consumidos nos períodos secos, acerca da manutenção do limite do volume d'água ideal para depuração dos fatores negativos. Além do acréscimo de nutrientes externos, oriundos da poluição e contaminação do entorno carreados, principalmente, pelas chuvas, neste caso específico. Uma vez que exista a clara tendência de haver alteração da qualidade da água, na medida em que se tenha um maior o menor volume armazenado em termos percentuais, pode-se dizer que existe uma grande correlação entre as concentrações dos parâmetros analisados com o volume armazenado no reservatório em questão. A alteração do aporte e da qualidade desta água ao longo dos anos, também contribui para a deterioração da qualidade da água para abastecimento humano.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

As águas do açude Pacoti, segundo a classificação do “U.S. Salinity Laboratory Staff” e pelos valores de condutividade elétrica da água e pelo cálculo da razão de adsorção por sódio corrigida (RAS^o), foram classificadas como C3S1, ou seja, com alto perigo de salinização e Baixo perigo de alcalinização (ou sodificação), respectivamente, conforme expresso no QUADRO 08. Esse resultado conduz a provável salinização do solo no uso direto destas águas.

QUADRO 06- Cálculo do RAS^o, valores de condutividade e classificação quanto aos riscos de salinização e alcalinização.

Condutividade (mS/cm)	RAS ^o	Classificação Ce	Classificação RAS ^o
0,828	2,834	C3	S1

Fonte: Cogerh (2011).

CONAMA

De acordo com as classes estabelecidas pelo CONAMA, através da Resolução 357/05, e tendo em vista os parâmetros avaliados, quais sejam: DBO, Coliformes termotolerantes, Cianobactérias, Turbidez, pH, Sólidos totais dissolvidos, Cloretos, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, Ferro total e Sulfato total. As águas do açude Pacoti poderiam ser classificadas como CLASSE 4. Assim, pelo que designa a legislação pertinente, estas águas poderiam ser destinadas: a) à navegação e b) à harmonia paisagística.

ESTATÍSTICA DAS ANÁLISES DE ÁGUA REALIZADAS

A consolidação dos dados do monitoramento qualitativo se baseou no levantamento estatístico histórico das análises de água realizadas num período de 2008 ao ano de 2010, realizadas pela COGERH, em pontos predeterminados na bacia hidráulica do açude Pacoti. A definição do ponto da amostra analisada neste trabalho permitiu a identificação da qualidade da água atual, cuja coleta foi realizada no dia 12/01/2011 para observar a influência dos usos na deterioração da qualidade da água.

A série de dados do monitoramento mostra que as águas do açude Pacoti, de acordo teor de eletrólitos totais dissolvidos (STD), tendem a ser doces. Segundo a classificação do “U.S. Salinity Laboratory Staff”, estas águas tem como característica possuir a dominância de um médio perigo de salinização e baixo perigo de sodificação (C2S1), conforme mostra o QUADRO 07. Embora os dados analisados da coleta realizada no dia 12/01/2011 mostrem restrições à utilização direta da água na irrigação, os dados do monitoramento mostram que estas águas estão em um limite de concentração para serem utilizadas na irrigação, com poucas exigências de correção de sais no solo.

Quando comparada a média do índice da Qualidade da Água – IQA, dos dados do monitoramento com a coleta realizada em 12/01/2011, verificamos que na maior parte do tempo, a condição qualitativa da água possui um nível de qualidade regular, conforme mostra o quadro QUADRO 08. Os dados analisados apontam que as restrições aos usos são provavelmente ocorrente na estação chuvosa onde o aporte de nutrientes é

maior, carregados pelas águas das chuvas principalmente nas diferentes afluentes da bacia do açude Pacoti. Nestas circunstâncias, as ações para melhorar a qualidade da água devem ser realizadas, levando em consideração os períodos secos e chuvosos.

QUADRO 07 - Cálculo do RAS°, valores de condutividade e classificação quanto aos riscos de salinização e alcalinização (Monitoramento)

Condutividade méd. (mS/cm)	RAS°. Méd	Classificação Ce	Classificação RAS°
0,474	2,029	C2	S1

Fonte: Cogeh (2011).

QUADRO 08 - Cálculo do IQA Médio (Monitoramento).

IQA: NSF					
Variável	Unidade	Peso (wi)	Valor	qi	Resultado
Temperatura de referência (Tr)	° C		29		
Temperatura (Ti)	° C		0		
Temperatura (Tr-Ti)	° C	0,100	29	11,59	1,28
Oxigênio dissolvido	mg/L, O ₂		6,29		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,160	9,10	71,46	1,98
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L, O ₂	0,110	11,12	30,26	1,46
Fósforo total	mg/L, P	0,100	0,09	84,17	1,56
Nitratos	mg/L, NO ₃ - N	0,100	0,10	95,92	1,58
Nitrogênio total (NTK+NO ₂ +NO ₃)	mg/L, N		1,34	70,11	
Saturação de oxigênio	%	0,170	43,46	34,96	1,83
pH	-	0,110	7,85	87,40	1,64
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0,070	395,20	47,16	1,31
Turbidez	NTU	0,080	14,67	70,76	1,41
Classificação: Ruim					49,86

Fonte: Cogeh (2011).

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou o aporte de substâncias eutrofizantes pontuais e difusas ao açude Pacoti. As difusas são provocadas pela agricultura, pecuária e pelo processo de lixiviação do solo devido à ação das chuvas. As pontuais ocorrem principalmente associadas à falta ou deficiência da operação de tratamento dos efluentes e dos resíduos sólidos sejam eles domésticos.

Admitindo a hipótese de que o fósforo é o nutriente limitante no processo de eutrofização, os resultados obtidos nos estudos indicam que as cargas pontuais são as principais causas de contaminação do reservatório, acelerando o processo de eutrofização, sendo os esgotos a fonte mais expressiva, exigindo atualmente da empresa concessionária Companhia de Água de Esgoto do Ceará (Cagece), quando alertada, processos mais eficientes de tratamento da água para consumo.

Estes fatos afetam, diretamente, os diversos usos das águas do açude, para qual o nível de eutrofização ainda seja tolerável.

O nível trófico tolerável para os fins de utilização pretendidos no presente estudo, para as águas do açude Pacoti, é o mesotrófico, podendo então considerar como permitida a concentração de fósforo total igual a 0,05 mg/L.

Tendo como referência a amostragem realizada no dia 12/01/2011, os cálculos do Índice do Estado Trófico, - IET do modelo de CARLSON (1974) MODIFICADO, os resultados indicaram o açude Pacoti se encontra oligotrófico para o parâmetro Clorofila-a e eutrófico quando analisando o Fósforo Total, pela provável contribuição de afluência de nutrientes da bacia hidrográfica. A título de avaliação quanto ao estado trófico, o açude Pacoti se encontra Eutrofizado.

Quanto ao Índice de Qualidade da Água - IQA, do modelo de cálculo e critérios descritos em BRASIL (2005) e do índice de sodicidade corrigida – RAS^o e de tendência à salinização pela condutividade, descrito em Ayers & Westcot (1999), verifica-se que as águas do açude Pacoti são consideradas ruins para o abastecimento humano, e com um alto risco de salinização, baixo risco de sodificação, levando a restrições para irrigação com o uso recomendado apenas em solos que possuam uma boa drenagem e baixa absorção, a fim de se manter o equilíbrio entre a quantidade de sais que é fornecida ao solo, através da irrigação, com a quantidade de sais que é retirada através da drenagem.

Outro fator da qualidade das águas decorre das restrições ao uso das águas segundo a resolução CONAMA 357/2005. Segundo esta resolução, as águas do açude Pacoti se encontram com severas restrições de uso para o abastecimento humano, podendo ser destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes. Os parâmetros analisados para a avaliação da qualidade das águas refletem as seguintes influências:

- ✚ Da carga de poluentes vindas de esgotos;
- ✚ Da deficiência de técnicas conservacionistas na ocupação e uso dos solos;
- ✚ O não cumprimento das medidas de desmatamento da vegetação da bacia hidráulica do açude na sua construção;
- ✚ O afronte a legislação de preservação da mata ciliar;
- ✚ Do manejo das pastagens e do gado.

Visto que os habitantes da bacia consomem suas águas para uso domiciliar, cultivo de plantas, bem como para dessedentação de animais, sugere-se, aos proprietários e aos órgãos governamentais responsáveis de direito, que sigam as medidas mitigadoras para minimizar os atuais impactos ambientais e impedir a sua intensificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRANDÃO, R. de L. et al., (1995) Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza.
2. COGERH. Inventário Ambiental do Açude Pacoti. Cogerh 2011.
3. CPRM. Noções básicas sobre poços tubulares. Recife: Serviço Geológico do Brasil, 1998.
4. CPRM, Lima, I. I. P. (1997) Análise geoambiental da planície costeira de Sabiaguaba. UFC, (Monografia de Bacharelado em Geografia). Projeto SINFOR. Fortaleza: 88p. Fortaleza: 80p.
5. FORTALEZA-CE. In Revista Geonotas, Dept^o de Geografia – UEL, vol. 5- n^o 2, Londrina: 1-19.
6. MARTIN et al. (1993) As flutuações do nível do mar durante Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros. São Paulo: Boletim IG- USP (Publicação Especial), n^o15, São Paulo: 6-26.
7. MEIRELES, A. J. et al. (2001) Geomorfologia e dinâmica ambiental da Planície costeira entre as desembocaduras dos Rios Pacoti e Ceará.
8. NESP – INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ – 2009 – Caderno Regional das Bacias Metropolitanas. Volume 9. Pacto das Águas –



- Compromisso Socioambiental Compartilhado. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará – Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos (Orgs). Fortaleza – Ceará. COGERH. Plano de gerenciamento das águas das bacias metropolitanas.
9. SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ (SRH). Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estudos de Base. Fortaleza, 1992.
 10. SUDENE. Carta topográfica de Baturité (SB 24 -X - A - I). 1968.
 11. TONIOLO, E.R.; DANTAS, M.J. Mapeamento da cobertura florestal nativa lenhosa do Estado do Ceará. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 1994. 45p.
 12. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza, 1993, 248p.
 13. VOLLENWEIDER, R. A. Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication. OECD, Paris, 1976, 192p.
 14. VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3º ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, 2005.