

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
GERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL



AÇUDE ACARAPE DO MEIO

INVENTÁRIO AMBIENTAL
(Relatório – Fatores Condicionantes da
Qualidade das Águas)



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria dos Recursos Hídricos

Fortaleza / Ceará
2008



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DO AÇUDE ACARAPE DO MEIO:
Fatores Condicionantes da Qualidade das Águas

FORTALEZA / CEARÁ

Abril de 2008

GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ: CID FERREIRA GOMES
SECRETARIO DOS RECURSOS HÍDRICOS: CÉSAR AUGUSTO PINHEIRO
PRESIDENTE DA COGERH: FRANCISCO JOSÉ COELHO TEIXEIRA
DIRETOR DE OPERAÇÕES: JOSÉ RICARDO DIAS ADEODATO
GERENTE DE DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL: WALT DISNEY PAULINO

CONCEPÇÃO/COORDENAÇÃO

Walt Disney Paulino

ELABORAÇÃO

Deborah M. Barros Alexandre (COGERH)
Paulo Augusto Pires Sucupira (COGERH)

COLABORAÇÃO/APOIO

Ronaldo Rosendo (GEDOP)
Eduardo César (GEMET)
Carlos Henrique (CEFET)
Agacir (AGIR)

Copyright © 2008 COGERH

Direitos reservados. Proibida a publicação, tradução ou reprodução desta obra, no todo ou em parte, sem autorização prévia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. CARACTERIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	6
2.1 Caracterização Fisiográfica.....	6
2.2 Características Ambientais.....	6
2.3 Material Utilizado.....	9
3. INDICADORES SOCIOECONÔMICOS.....	9
4. TRABALHOS REALIZADOS.....	12
5. USOS E FONTES DE POLUIÇÃO NO ENTORNO E NA BACIA HIDROGRÁFICA. .	12
6.COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO.....	12
7. QUALIDADE DA ÁGUA.....	12
7.1 Consolidação do monitoramento qualitativo.....	18
7.2 Estatística e quantificação das análises realizadas.....	18
8. ESTIMATIVA DAS CARGAS DE NUTRIENTES.....	20
8.1 Área de Influência.....	20
8.2 Resumo do cálculo das cargas de nutrientes.....	22
8.3 Cenário atual e capacidade de suporte do reservatório.....	22
9. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES.....	23
9.1 Qualidade da água para abastecimento público.....	23
9.2 Qualidade da água para irrigação.....	23
9.3 Eutrofização.....	23
9.4 Salinização.....	24
9.5 Fatores condicionantes da qualidade da água.....	24
10. RECOMENDAÇÕES E MEDIDAS MITIGADORAS.....	25
11. BIBLIOGRAFIA.....	26
APÊNDICE.....	28

Formulário de campo do Inventário Ambiental do açude Acarape do Meio

Estatística das Análises Realizadas

Cálculos de aporte de nutrientes

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos recursos hídricos da região semi-árida do Brasil é fundamental para seu uso sustentável. Tal região apresenta escassez tanto em termos de quantidade quanto de qualidade das águas, ocasionada pelos fatores climáticos, geológicos e antrópicos, que influenciam na renovação das reservas hídricas e na variação da qualidade das águas.

Algumas pesquisas vêm procurando observar as consequências da ocupação do solo pelo homem, associando a urbanização à poluição dos corpos hídricos devido aos esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, aos despejos industriais, além da impermeabilização de grandes áreas das bacias hidrográficas. Já nas áreas rurais, segundo Mansor *et al* (2005), a poluição é de origem difusa e devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos carregados quando há erosão do solo, aos nutrientes nitrogênio e fósforo e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, aos resíduos da criação animal, como nutrientes, matéria orgânica e coliformes.

O açude em questão é o Acarape do Meio, ou Barragem Eng^o Eugênio Gudín, localizado no município de Redenção, a 75 km de Fortaleza. O principal objetivo de sua construção, segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS, 1997), seria o abastecimento da cidade de Fortaleza, que possuía, na época, uma população de 100.000 habitantes. Nos dias de hoje o referido reservatório continua sendo de importância estratégica, pois abastece com água bruta o Distrito Industrial de Maracanaú, e as cidades de Pacatuba, Guaiuba, Maranguape, Redenção, Acarape, Barreira e o distrito de Antônio Diogo, além de perenizar o vale entre os municípios de Redenção e Acarape.

O **Inventário Ambiental do Açude Acarape do Meio** foi elaborado com base nas informações levantadas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - Cogerh, através da Gerência Regional das Bacias Metropolitanas – GEMET e da Gerência de Desenvolvimento Operacional – GEDOP, com o objetivo de investigar as atuais condições do reservatório, verificando as possíveis relações com os seus usos, sua estrutura física e seus processos hidrológicos.

O presente documento extraiu informações colhidas na bacia hidrográfica, de acordo com formulário de campo, na base de dados da Cogerh e complementadas com trabalhos e estudos acadêmicos realizados no referido reservatório. Foram colhidas e sistematizadas informações socioeconômicas, de uso e ocupação do solo na bacia

hidrográfica e no entorno do reservatório, fontes de poluição pontuais e difusas, enfim informações variadas acerca de fatores que podem influenciar na qualidade das águas.

2. CARACTERIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO

2.1 Caracterização Fisiográfica

A região pesquisada compreende a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio, com 210,0 km² de área, englobando os municípios de Baturité, Guaiúba, Guaramiranga, Redenção, Pacoti, Mulungu, Palmácia e Redenção, totalizando uma população de 19.435 pessoas, conforme Censo Demográfico de 2000 – Desenhos 1 e 2.

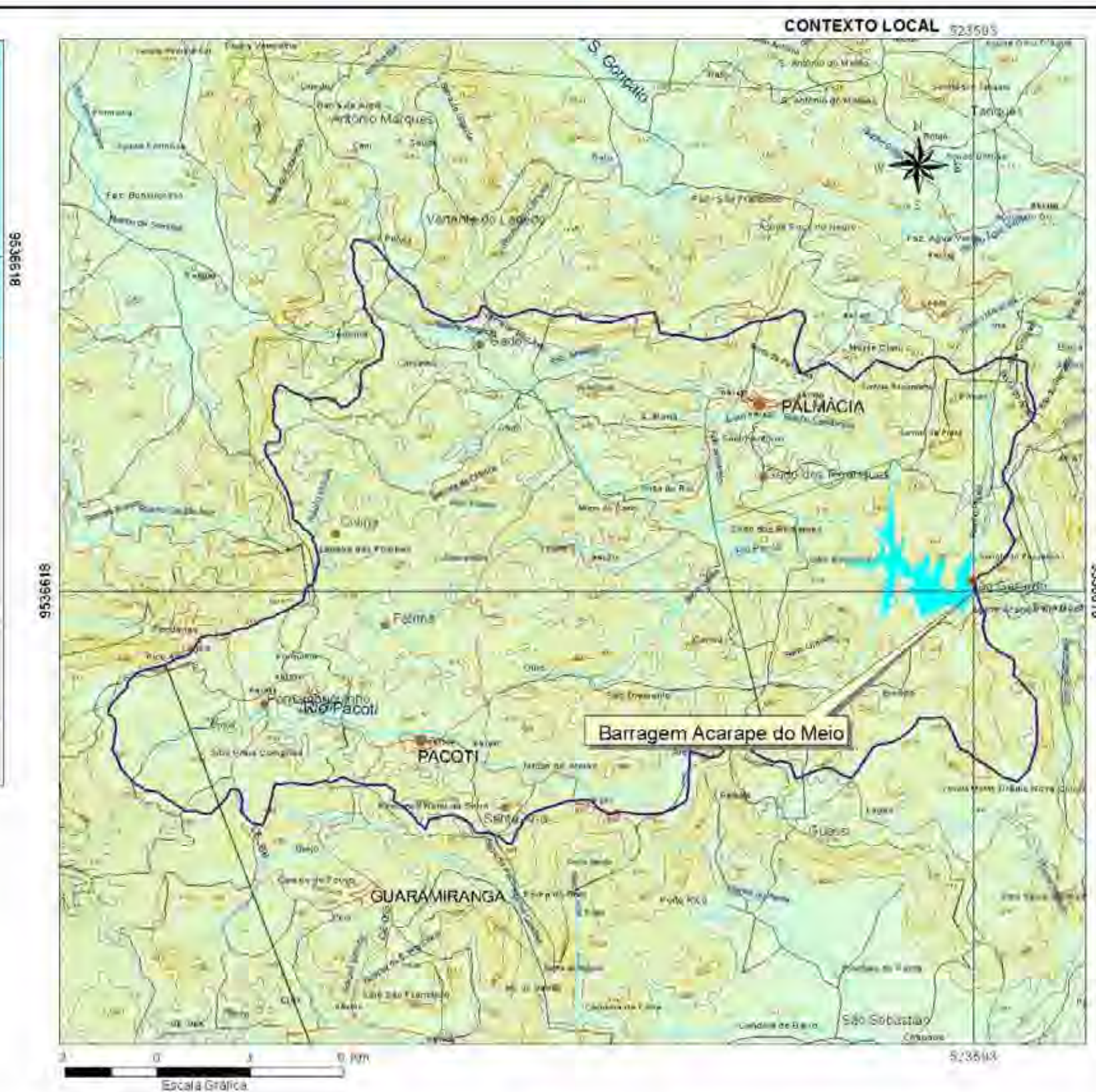
O referido açude barra o rio Pacoti e é composto por uma barragem de gravidade, em concreto, localizada no município de Redenção, localizada nas coordenadas geográficas 523.593 E e 9.536.618 N. Possui área de espelho d'água de 220 hectares e capacidade de armazenamento de 31,5 milhões de metros cúbicos (CEARÁ, 2007).

2.2 Características Ambientais

A região apresenta clima, de acordo com Köppen (1918), do tipo Amw' tropical chuvoso de monção, localizada em relevo acidentado, onde ocorrem chuvas orográficas com índices pluviométricos superiores a 1.400 mm. A temperatura média é de 25° C, atingindo valores inferiores a 22° C no ápice da Serra de Baturité e o número de horas de insolação varia de 2.650 a 3.000 horas/ano e a altura média anual de evaporação é de 562 mm (CEARÁ, 1992).

A vegetação dominante na região abrange três principais formações: caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifolia tropical pluvial e floresta subperenifolia tropical pluvio-nebular. Já os principais grupos de solos são os Aluviais, Planossolo solódico, Podzólico vermelho-amarelo e Bruno não-cálcico (CEARÁ, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d).

Com relação ao uso e ocupação do solo, as áreas serranas são ocupadas com hortifruticultura, figurando como principais produtos a banana, a cana-de-açúcar, tomate, milho e feijão. Essas áreas serranas abrigam ainda significativas representações de remanescentes florestais. As várzeas fluviais são bastante aproveitadas pelas lavouras de vazantes, constituídas, basicamente, pelas culturas alimentares, milho, feijão, mandioca e melancia.



Quantidade de habitantes na bacia hidrográfica

Município	População		(%)		Quant. na bacia hidrográfica	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Redenção	12.738	12.197	0,00	21,20	0	2.593
Palmácia	4.309	5.442	100,0	25,99	4.399	1.414
Pacoti	3.801	7.093	100,0	97,43	3.801	6.195
Mulungu	3.687	5.151	0,00	4,42	0	233
Guaramiranga	2.206	3.376	0,00	33,91	0	397
Total Geral	26.891	33.249			5.200	11.235

Fonte: Censo Demográfico de 2000 (IBGE)

Os dados foram utilizados em relação à área do município que está dentro da bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

- Legenda**
- Bacia Hidrográfica
 - Bacia Hidráulica
 - Drenagem
 - Alimelva
 - Sede Municipal e Distrital
 - Limite Municipal / Estadual
 - Estradas Pavimentadas
 - Estradas Vicinais

Observações:

Projeção Universal Transversa de MERCATOR (UTM)
Datum Horizontal: SAD-69
Origem: Equador e Meridiano Central de 39° WGR

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES - IVA

Título: **Mapa de Localização do Açude Acarape do Meio** Data: Setembro de 2007

Projeto: COGERH, IPECE e IBGE Nº do Desenho: 01



- Legenda**
- Bacia Hidrográfica
 - Sede Municipal
 - Bacia Hidrográfica
 - Limite Municipal
 - Rio Drenagem
 - Estradas Vicinais
 - Altimetria
 - Estradas Pavimentadas

Observações

Projeção Universal Transversa
de MERCATOR (UTM)
Datum Horizontal: SAD-69
Origem: Equador e Meridiano Central de 39°WGR



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES - IVA

Título	Bacia Hidrográfica do Açude Acarape do Meio	Data	Setembro de 2007
Fuente	GOVERNO DO CEARÁ	Nº do desenho	02

2.3 Material Utilizado

O documento cartográfico utilizado foi a carta planialtimétrica da Sudene/DSG de Baturité, em formato digital, na escala de 1:100.000. Foram utilizados, também, os mapas temáticos do Estado do Ceará, em formato digital, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2001) e da base digital da Cogerh (*shapfile*) composta pelas bacias hidráulicas e hidrográficas dos açudes monitorados, e de toda a rede de drenagem do Estado do Ceará. A imagem utilizada é a do satélite CBERS 2, bandas 2,3 e 4.

3. INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

De acordo com dados do IBGE (2007), a agricultura nos municípios que integram a bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio é baseada na cultura de banana, café em coco, castanha de caju, caju, laranja, manga, mamão, tangerina, urucum, além de alface, cenoura, chuchu, pimentão, repolho e flores, sendo que as lavouras de arroz, feijão e milho se destacam, sendo que a maioria dos agricultores da região é formada por pequenos e médios produtores rurais os quais exploram suas atividades em reduzidas faixas de áreas agrícolas. Já na pecuária, destacam-se as criações, na seguinte ordem: aves, gado bovino, suínos, caprinos e ovinos (Desenho 3).

No tocante ao saneamento básico, constatou-se que há poluição causada pelo lançamento de esgotos domésticos nos rios e riachos da região. No entorno do reservatório, nos distritos de montante há inúmeras residências com fossa rudimentar. Em Palmácia, aproximadamente, 35% das residências da sede municipal são conectadas ao sistema de esgoto. Na sede de Pacoti, somente 30 famílias têm seu esgoto ligado à rede de coleta, ligada à ETE, o restante se utiliza de fossa rudimentar ou despejam seus efluentes nos rios e riachos próximos. Já em Redenção não existe sistema de coleta de esgoto e o destino final do efluente é um reservatório, utilizado somente para despejo.

Com relação à atividade extrativa vegetal na bacia, foram observados extensos desmatamentos a montante do reservatório, não só para a prática da agricultura de sequeiro, mas também para a extração de madeira que produz lenha e carvão.

Os resíduos sólidos de Palmácia são coletados e dispostos, duas vezes por semana, em lixão localizado próximo ao distrito de Gado dos Ferros. Em Redenção o lixo da sede é coletado pela prefeitura e disposto em lixão, a jusante do açude e nas comunidades do entorno o lixo é queimado. Já em Pacoti, o lixo é coletado e disposto em lixão localizado em Baturité e no distrito de Pernambuco, por não haver local definido para dispor, o

lixo é jogado nas proximidades do rio. O Quadro 1 mostra alguns indicadores socioeconômicos da bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

Quadro 1 - Alguns indicadores socioeconômicos da bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio.

Municípios	Educação			Saúde			Índices de desenvolvimento		
	Salas de aula	Matrícula inicial	Alunos/sala de aula	Médicos/1.000 hab	Leitos/1.000 hab	Taxa mortalidad e infantil/1.000 nasc. vivos	IDM ¹	IDH ²	IDS-R ³
Redenção	231	10.450	45,24	5,00	2,39	20,96	38,67	0,651	0,4890
Palmácia	91	3.796	41,71	5,20	1,66	30,86	29,22	0,650	0,4638
Pacoti	117	4.210	35,98	2,01	1,75	15,96	33,72	0,668	0,4843

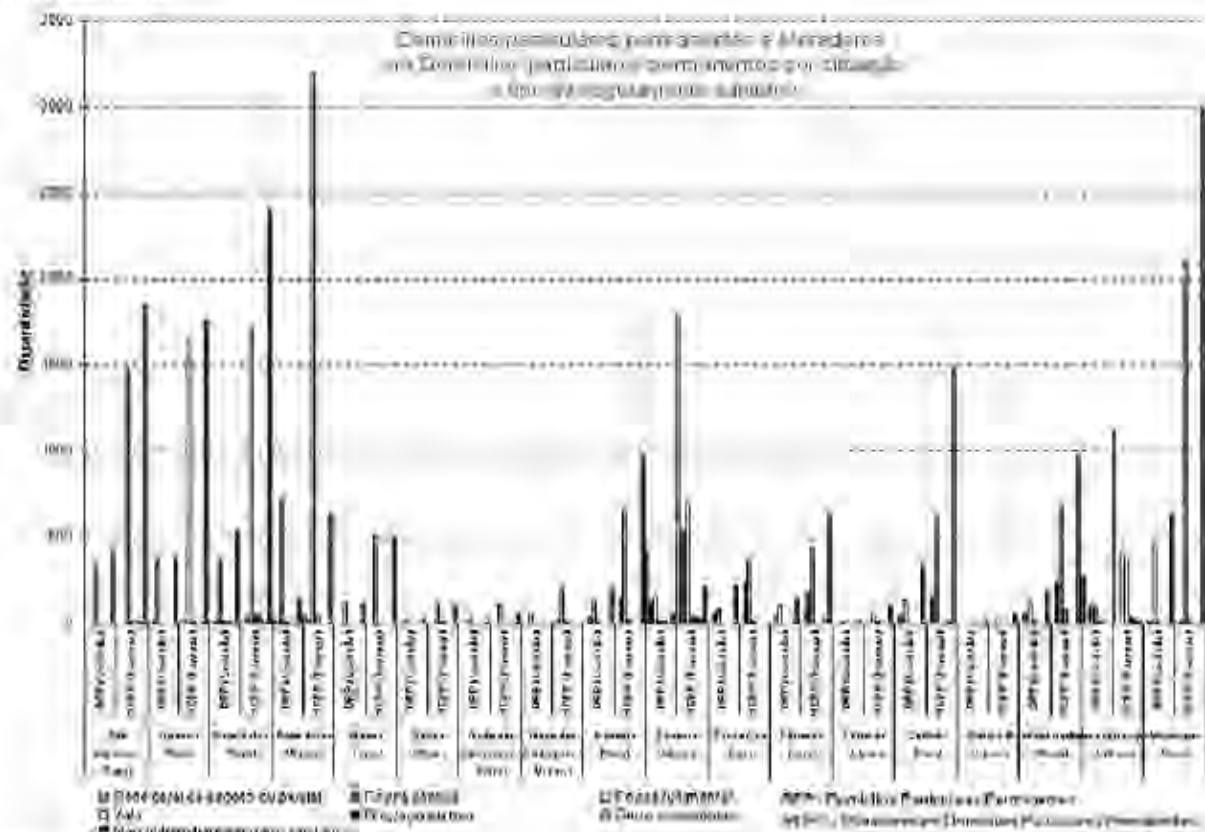
Fonte: Adaptada de IPECE, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d.

¹ Índice de Desenvolvimento Municipal – 2004

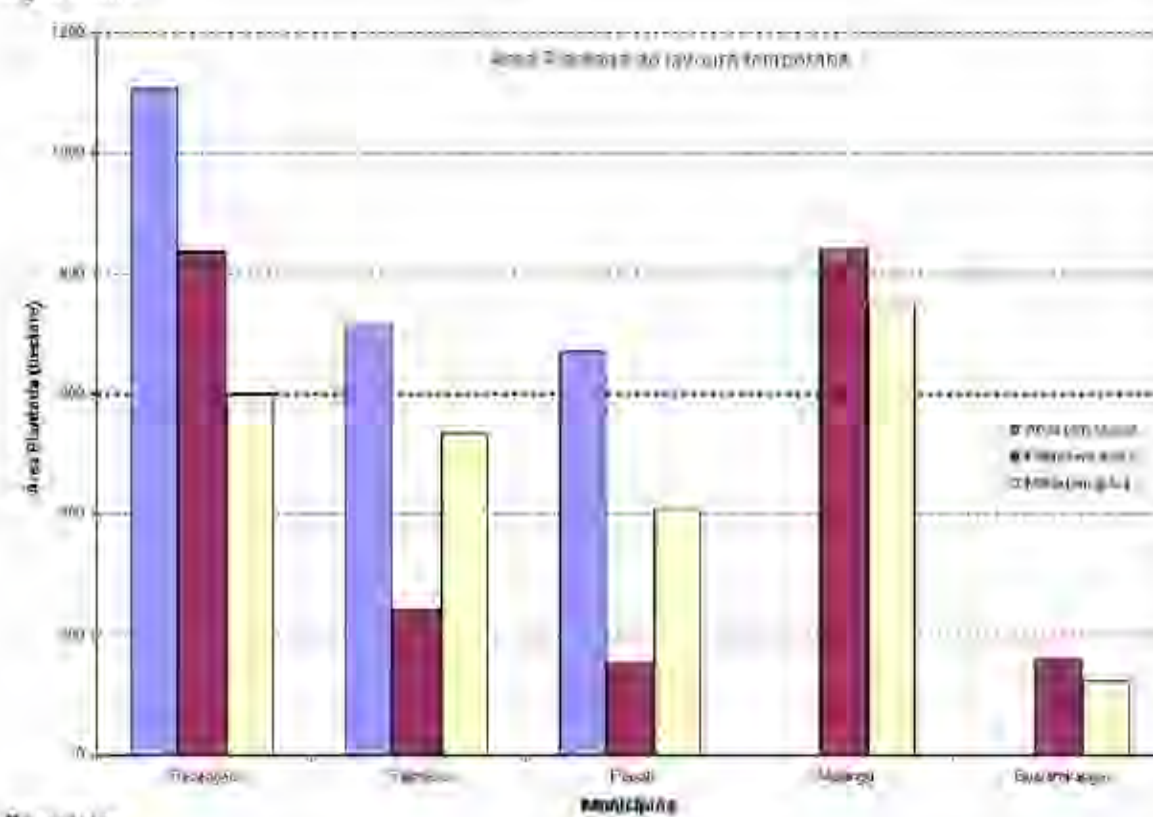
² Índice de Desenvolvimento Humano – 2000

³ Índice de Desenvolvimento Social de Resultado – 2005.

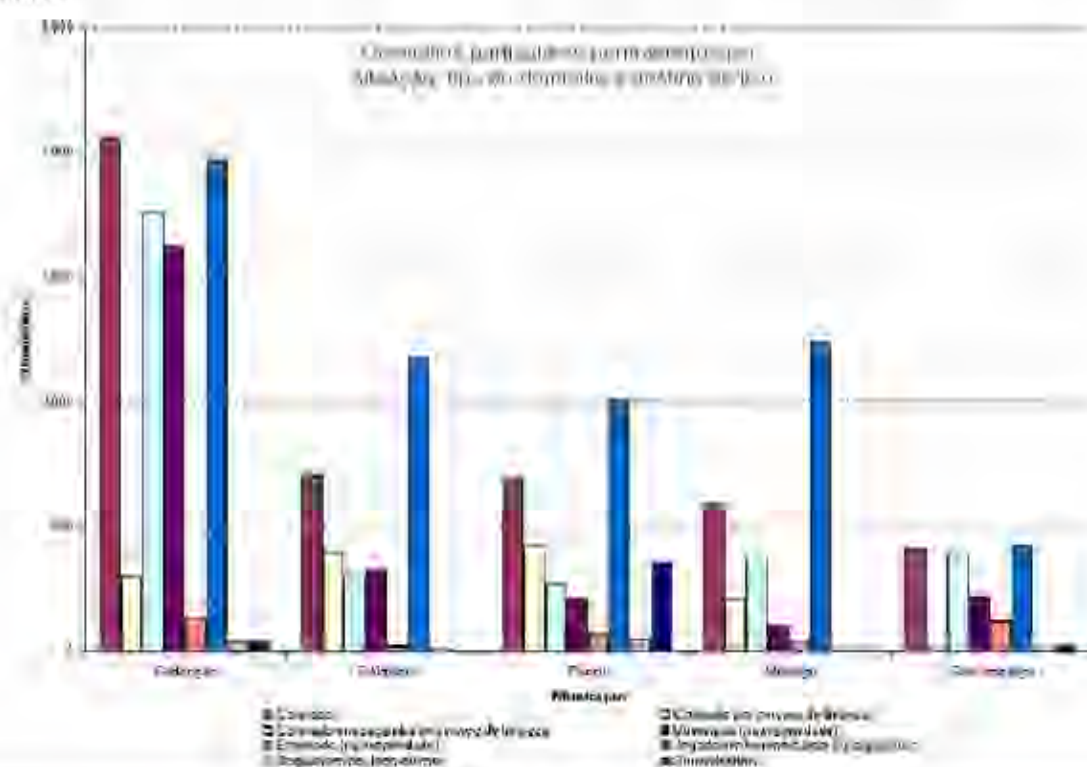
Esgotamento Sanitário



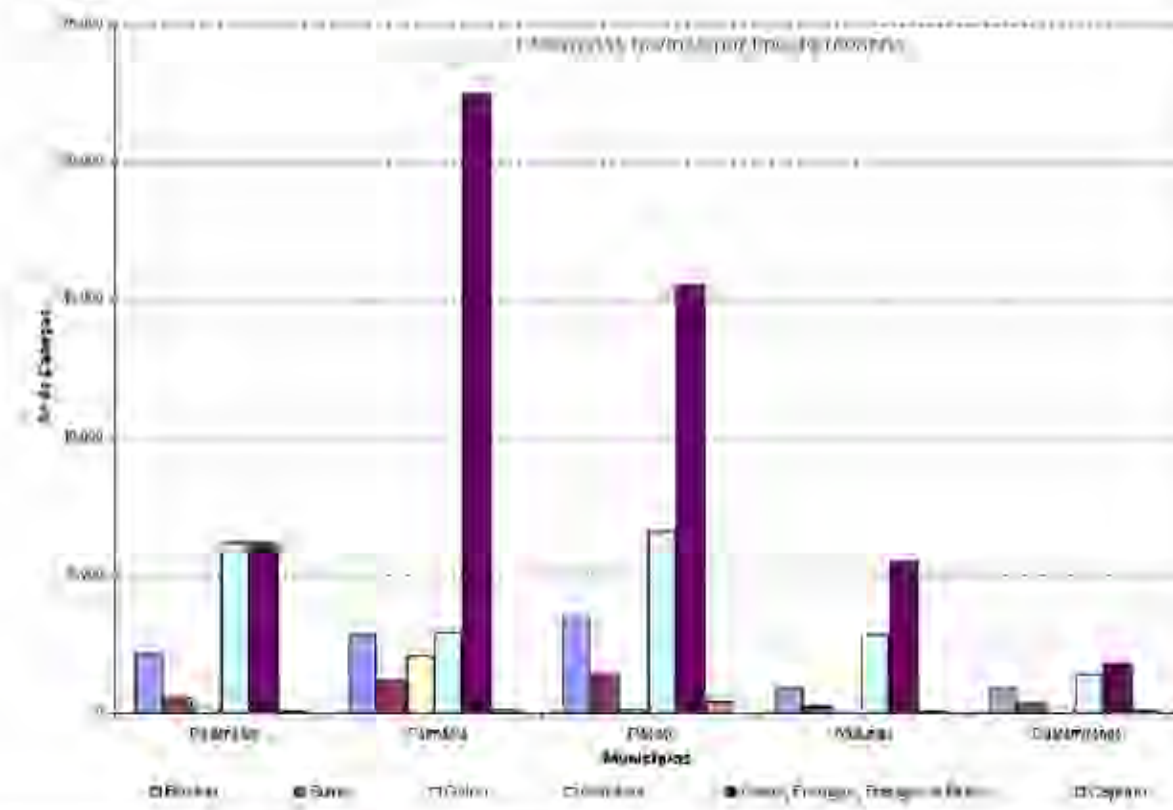
Agricultura



Resíduos Sólidos



Pecuária



Legenda:

Municípios:

Dados levantados através do sistema SIDRA - IBGE (<http://www.sidra.ibge.gov.br/>)

Documentos Pesquisados:
 - Censo Demográfico de 2000
 - Produção Pecuária Municipal de 2005
 - Produção Agrícola Municipal de 2005



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH



INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇÚDES - IVA
 Indicadores Socio-econômicos
 Setembro de 2007

Setor

Indicador

Valor

4. TRABALHOS REALIZADOS

O início da construção do açude Acarape do Meio data de 1909, porém suas obras foram paralisadas e seu projeto sofreu algumas modificações, sendo concluído apenas em 1924. A COGERH iniciou o monitoramento quantitativo, a variação do nível dessas águas, em 1992 e o qualitativo em 1988. Para elaboração deste trabalho foi utilizado o banco de dados do reservatório e realizadas viagens de campo, de 05 a 07/03/2008, para coleta de amostras em pontos representativos da bacia hidráulica e aplicação do formulário do Inventário Ambiental, com localização e o devido registro fotográfico das fontes poluidoras.

5. USOS E FONTES DE POLUIÇÃO NO ENTORNO E NA BACIA HIDROGRÁFICA

Nas visitas de campo, o volume armazenado era de 9.294.600 m³ e o reservatório ainda estava recebendo aporte, realizou-se inspeção e registro fotográfico dos principais pontos de possível impacto negativo à qualidade de suas águas. O entorno do açude Acarape do Meio possuía no ano 2000 uma população total de 110.137 habitantes, sendo 63.515 no meio urbano e 46.622 no meio rural, divididos em 25.231 domicílios, sendo que o sistema de esgotamento sanitário apresentava apenas 1.628 ligações reais em 2002 (IPECE, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d).

Com relação aos principais usos na bacia hidráulica do açude Acarape do Meio, foram localizadas no seu entorno inúmeras residências com fossa rudimentar, sendo o mesmo ocorrendo a montante, em todos os distritos e em parte das sedes dos municípios de Pacoti e Palmácia, na bacia hidrográfica do açude. Existiam, ainda, alguns animais soltos, na sua maioria de gado bovino. Foi detectada, ainda, marcante presença de plantações de bananeiras e culturas como arroz, milho e feijão, com o uso de defensivos e pesca artesanal.

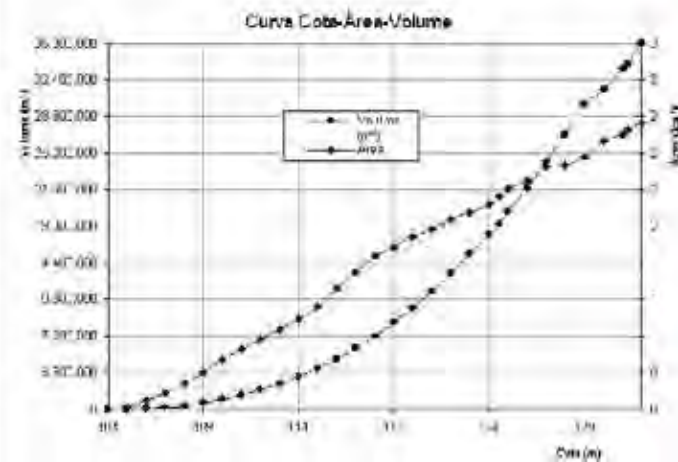
Na bacia hidrográfica, a montante do açude foram identificados os seguintes usos:

- 1) Presença de fossa rudimentares nas localidades de Brenha, Canadá e Canabrava. Possível contribuição para os riachos que fluem para o açude;
- 2) Foram identificadas em Redenção lavouras de banana, milho, feijão, mandioca, arroz, cana-de-açúcar e caju, com a utilização de agrotóxicos do tipo FOLISUPER para combater a barata do arroz e a lagarta do milho. Já no feijão há a aplicação de Azodrim, Novacron, Thamaron e o Karatê;

3) O cemitérios de Palmácia e Pacoti ficam nos níveis mais elevados das sedes e podem estar contaminando o lençol freático; 4) Os efluentes das ETEs de Pacoti vão para o rio sem o tratamento adequado e em Palmácia parte do esgoto que é coletado retorna ao manancial e os efluentes das lavagens dos filtros nas ETAs de Pacoti e Palmácia vão para os rios . As cidades de Guaramiranga e Pacoti possuem tratamento de efluentes do tipo decanto digestor, cujo destino é o rio Pacoti – Desenhos 4 e 5.

Com relação às doenças de veiculação hídrica, as mais registradas mais frequentemente são as gastroenterites, as verminoses e as doenças de pele, que ocorrem durante todo o ano, com intensificação no período chuvoso.

BACIA HIDROGRÁFICA
Escala: 1:120.000



AÇUDE ACARAPÉ DO MEIO					
Cota (m)	Área (km²)	VOLUME (m³)	Cota (m)	Área (km²)	VOLUME (m³)
104	0,000	0	120	1,412	8.300.000
105	0,026	10.000	121	1,470	11.620.000
106	0,070	30.000	122	1,555	13.400.000
107	0,120	50.000	123	1,615	15.230.000
108	0,210	720.000	124	1,677	17.230.000
109	0,308	980.000	124,5	1,743	19.130.000
110	0,400	300.000	125	1,804	19.500.000
111	0,490	1.100.000	126	1,873	21.000.000
112	0,570	1.970.000	127	1,993	24.300.000
113	0,650	2.510.000	128	1,999	27.000.000
114	0,750	3.210.000	129	2,047	28.000.000
115	0,840	3.890.000	130,00	2,200	31.500.000
116	0,980	4.900.000	131	2,230	33.100.000
117	1,120	5.360.000	131,5	2,290	34.000.000
118	1,260	7.150.000	132	2,350	36.000.000
118	1,223	5.490.000			

Informações Básicas

Município	Bacia Integrante	Capacidade (m³)	V. Morto (m³)	R. Hidráulica (ha)	Cota Sangr. (m)	Ano de Construção
Redenção	Melrupollens	31.500.000	30.000	225	130,00	1924

- Legenda:**
- Bacia Hidrográfica
 - Bacia Hidráulica
 - Drenagem
 - Capitação
 - Pontos Monitorados
 - Pontos Poluição
 - Esgoto Doméstico
 - Animais Soltos
 - Agricultura
 - Desmatamento

Observações

Projeção Universal Transversa de MERCATOR (UTM)
Datum Horizontal: SAD-69
Origem: Equador e Meridiano Central de 39°WGR

BACIA HIDRÁULICA
Escala: 1:20.000



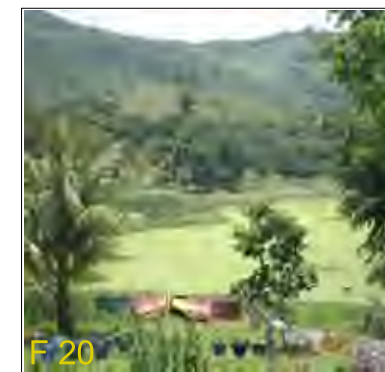
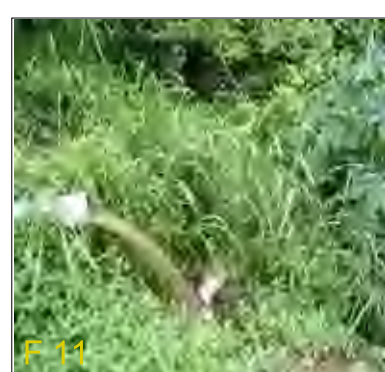
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES - IVA

Título: Aspectos Fisiográficos e Pontos de Poluição
Data: Setembro de 2007

Fonte: Banco de Dados da COGERH e Levantamento de Campo
Nº de desenho: 04

RESENHA FOTOGRÁFICA



Descrição:
 F 01 : F03 - Localidade Nova Vida - Residências lançando efluente (esgoto) no entorno da Área de Preservação Permanente - APP.
 F 04 : F 05 - Localidade Planco - Desmatamento da APP para plantação de milho e banaba.
 F 06 : F 07 - Localidade Brenha - Desmatamento da APP para plantação de milho e banaba.
 F 08 : F 09 - Município de Palmácia - Vista da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.
 F 10 : F 11 - Município de Pacoti - Vista da ETE 01.
 F 12 : F 13 - Município de Pacoti - Vista da ETE 02.

F 14 - Esgoto do município de Pacoti - O efluente captado drena para o riacho a jusante.
 F 15 - Vista do cemitério do Município de Palmácia.
 F 16 - Vista do cemitério do Município de Pacoti.
 F 17 - Matadouro do Município de Palmácia.
 F 18 - Matadouro do Município de Pacoti.
 F 19 - Visualização do lixão do Município de Palmácia.
 F 20 : F 21 - Vista do Açude Comissão totalmente eutrofizado.
 F 22 : F 23 - Localidade Brenha - lançamento de efluente no riacho.
 F 24 - Localidade Canada - Lixo residencial exposto próximo as margens do açude.
 F 25 : F28 - Visualização de construções (curral, casas) irregulares, desmatamento e queimadas dentro da APP.

Observações:

Registro Fotográfico da
 Bacia Hidráulica e Hidrográfica
 na viagem de campo do dia
 (12/09/2007)



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES -IVA



Título: Painel Fotográfico dos Pontos de Poluição do Açude Acarape do Meio
 Fonte: Dados do Banco da COGERH e Levantamentos de Campo

Data: Setembro de 2007
 N° do desenho: 06

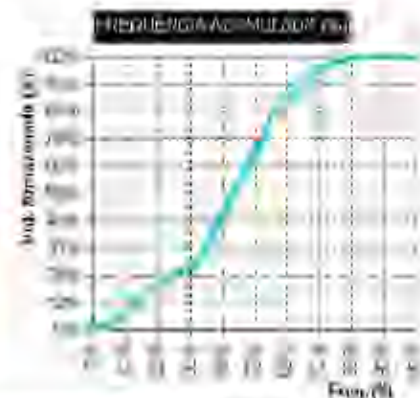
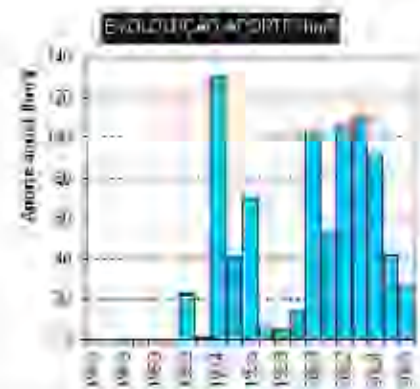
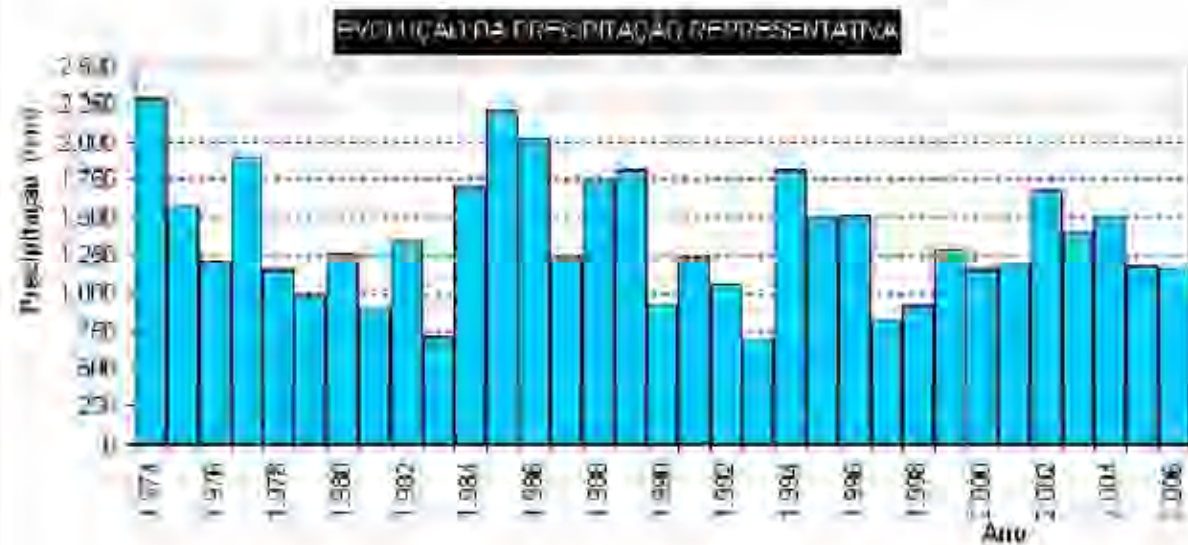
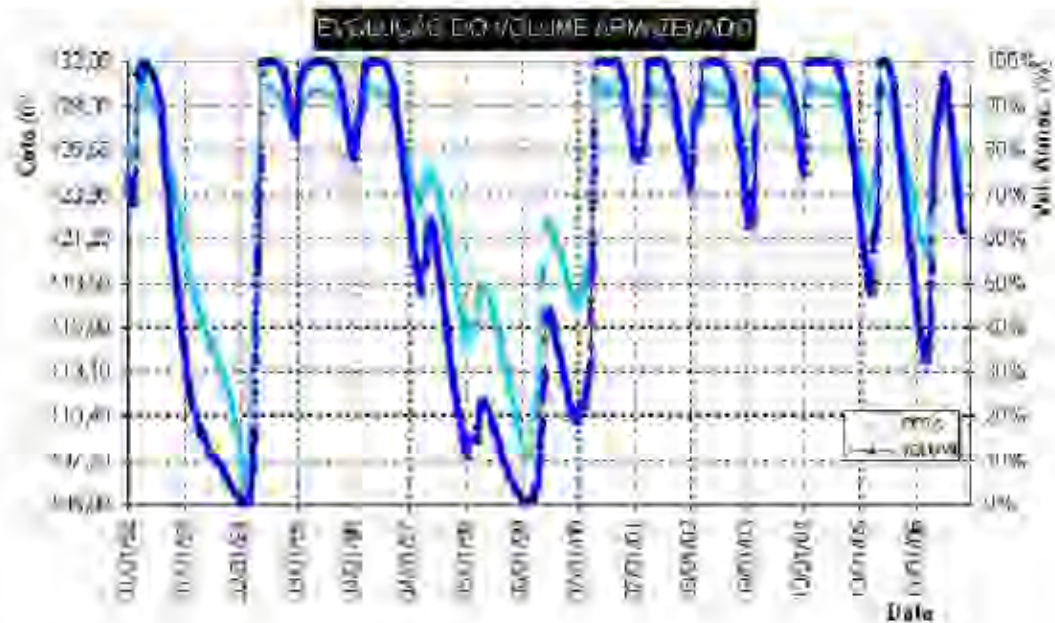
6. COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO

A qualidade das águas de um reservatório pode sofrer alterações expressivas, de acordo com as condições de ocupação da bacia, além dos fatores naturais bióticos e abióticos. O conhecimento do volume médio mensal permite conhecer a evolução sazonal da disponibilidade hídrica de um reservatório, constituindo-se como uma ferramenta na gestão de recursos hídricos (Rebouças, 1997). Portanto, o conhecimento do comportamento hidrológico de um corpo hídrico é de extrema importância para subsidiar a tomada de decisões na sua gestão, uma vez que permitirá conhecer a disponibilidade deste recurso.

No caso do açude Acarape do Meio, o início do aporte acontece até 15 de fevereiro, sendo que o período caudaloso permanece por, aproximadamente, 200 dias. O referido açude sangra quase todos os anos, sendo que a sangria inicia com maior frequência entre a segunda quinzena de março e a primeira quinzena de abril, podendo permanecer por 30 dias ou até 110 dias, dependendo das chuvas ocorridas na bacia hidrográfica durante o período chuvoso.

O seu tempo de residência médio é aproximadamente 10 meses e a profundidade média é aproximadamente 11,5 m. A vazão média liberada estimada é de 320 L/s durante o período seco, sendo que nestas condições durante 70% do tempo o volume armazenado é menor ou igual 95% da capacidade de armazenamento.

O estudo do comportamento hidrológico do açude Acarape do Meio foi elaborado considerando-se as chuvas anuais incidentes na sua bacia hidrográfica e os níveis de água diários constantes no banco de dados da COGERH. O Desenho 6 apresenta uma síntese das informações relevantes relativas ao açude, tais como a evolução do volume armazenado e o aporte, dentre outros.



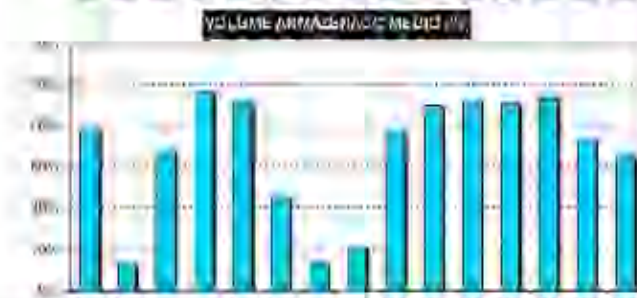
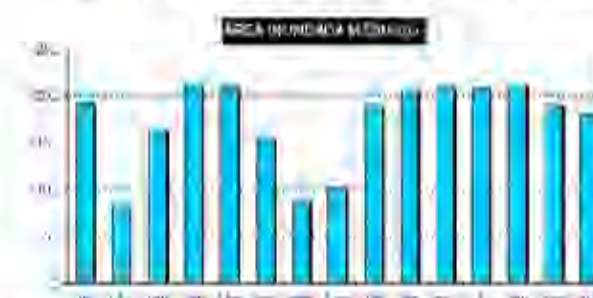
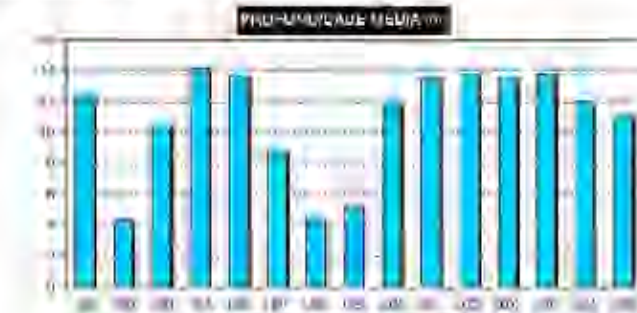
EVOLUÇÃO ANUAL

ANO	CHUVA		APORTE		T. RESID. PROF. (mes)	COTA (m)	A. INUND. (ha)	VOL. ARMAZ.	
	(mm)	CLASSE	(mm)	CLASSE				(m³)	(%)
1992	1053,27	S	27,38	PC	16,00	126,99	199,30	24.506.537	70,08%
1993	899,20	MS	0,35	MP	1060,00	114,56	83,90	4.154.391	13,19%
1994	1813,52	MC	139,00	MC	0,52	126,92	169,00	21.428.432	58,03%
1995	1504,40	C	40,36	M	9,37	129,41	213,40	30.206,98	35,90%
1996	1617,96	C	60,72	N	6,42	128,66	200,30	28.804.820	31,74%
1997	318,89	MS	5,71	MP	85,85	122,28	166,90	11.368.916	15,82%
1998	910,5818	MS	4,21	MP	82,00	114,92	98,40	4.286.262	13,67%
1999	1282,787	N	19,77	PC	27,45	116,43	101,30	8.667.359	21,17%
2000	1348,576	S	103,83	C	3,68	117,95	191,20	24.186.529	70,79%
2001	1192,874	N	52,88	N	7,15	119,67	203,10	28.958.195	39,71%
2002	1670,437	C	105,58	MC	0,50	120,95	210,10	29.041.604	32,20%
2003	1404,584	N	110,21	MC	3,43	118,64	208,80	28.625.035	30,87%
2004	1498,365	N	31,75	C	4,12	118,18	212,70	29.509.762	29,62%
2005	1182,703	S	41,76	N	0,05	126,51	190,80	29.248.098	73,80%
2006	1167,364	S	27,13	M	13,03	111,08	179,10	20.408.669	64,73%
MÍNIMO	899,20		0,35		0,52	114,56	83,90	4.154.391	13,19%
MÉDIA	1226,08		54,80		30,03	124,71	174,06	21.106.718	67,28%
MEDIANA	1240,61		41,78		8,06	120,78	191,30	24.186.529	70,79%
MÁXIMO	2024,76		170,00		1000,00	14,19	126,91	30.206.981	85,90%
AMPLIT.	1225,58		169,65		1019,48	9,96	14,85	26.052,591	92,71%
C.V.	0,27		0,00		3,10	0,32	0,09	0,31	91,31%

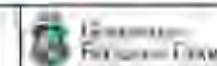
INTERVALO DAS CLASSES

CLASSE DE CHUVA (mm)	INF.	SUP.
ABUNDANTE (A)	1000	2000
MULTA (M)	500	1000
NORMAL (N)	250	500
POUCA (P)	100	250
MINIMA (MI)	0	100

CLASSE DE APORTE (mm)	INF.	SUP.
MULTA (M)	100	200
POUCA (P)	50	100
NORMAL (N)	25	50
ABUNDANTE (A)	10	25
MINIMA (MI)	0	10



Quase todos os anos o açude Acaípe do Meio sangra, sendo que com maior frequência a sangria inicia entre a segunda quinzena de março e a primeira quinzena de abril, podendo permanecer, com maior frequência, até 30 dias sangrando ou 110 dias, dependendo das chuvas ocorridas na bacia hidrográfica durante o período chuvoso.



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH

INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES - IVA

Comportamento Hidrológico

Quilômetro de Uruaçu, 31/03/2007

Classificação de Risco
Assessoramento

7. QUALIDADE DA ÁGUA

7.1 Consolidação do monitoramento qualitativo

Nesta fase do trabalho foi realizada a verificação e adequação da qualidade da água do açude Acarape do Meio para os diversos usos identificados na etapa de campo, através do preenchimento do formulário do inventário. As características qualitativas das águas superficiais do referido açude foram analisadas sob três óticas: Classes de Uso conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, determinação do IQA (Índice de Qualidade da Água) e IET (Índice de Estado Trófico). Tais índices foram calculados para se conhecer a adequação da qualidade da água para abastecimento humano, irrigação, contato primário, piscicultura e seu enquadramento. Para tal foi realizada a consolidação dos dados do monitoramento qualitativo com análise estatística dos resultados obtidos em laboratório e por utilização de sondas, através de consulta ao banco de dados da COGERH.

7.2 Estatística e quantificação das análises realizadas

A consolidação dos dados do monitoramento qualitativo foi baseada no levantamento estatístico histórico das análises realizadas num período de oito anos de coletas (29/09/1999 a 27/08/2007), realizado pela COGERH em pontos predeterminados na bacia hidráulica – Figura 1. O reservatório foi dividido em 8 pontos georeferenciados, definidos de acordo com os pontos de contribuições .

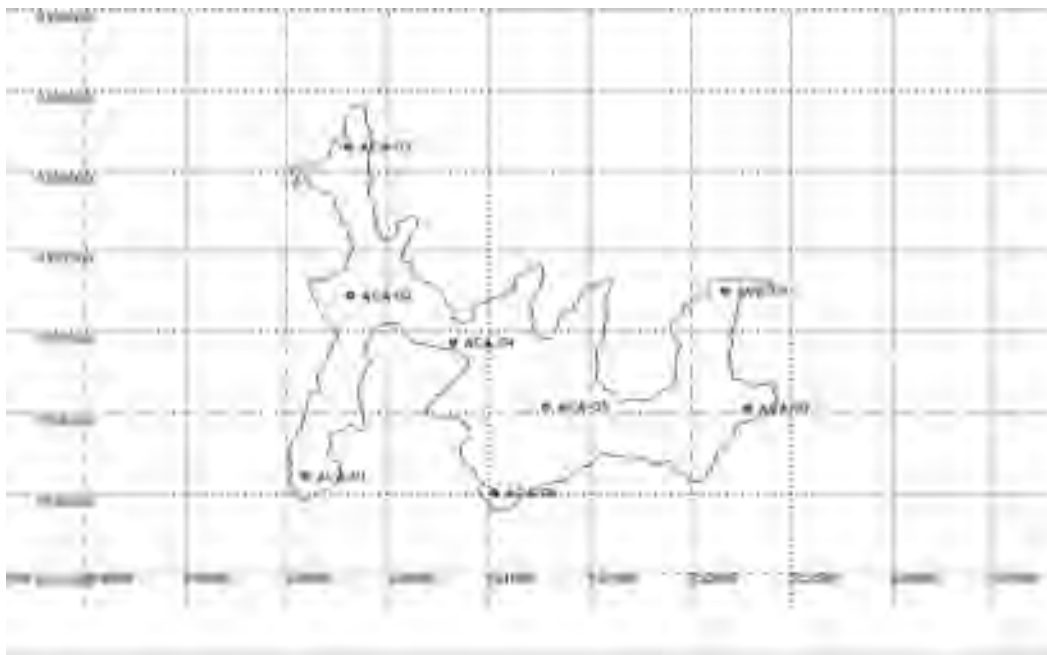


Figura 1 – Localização dos pontos monitorados pela COGERH no açude Acarape do Meio.

ESTATÍSTICA DAS ANÁLISES REALIZADAS

CORPO HÍDRICO: Açude Açúcar do Meio

Período: 2010/1999 - 2000/2000

Parâmetro	Unidade	Máx	Mín	Média	C.V. (%)	Q. Am.	CLASSE 2	CLASSE 3	PC/AB
Clorofila Lab.	mg/L	31,0	0,000	24,91	3,7	100	0-200	0-200	0-200
C. Elet. Lab.	mS/cm	0,503	0,14	0,41	1,54	160			
Fósforo Lab.	mg/L	0,21	0	0,08	11,28	50	0-100	0-100	0-5
Ac. Dissol.	mg/L CaCO3	131,7	11,9	89,56	21,02	70			
Calcio	mg/L Ca	80	7	78,15	2,60	70			
Coz.	mg/L	88	5	25,72	49,45	67	0-70	0-70	0-10
Índice UTM	mg/L CaCO3	172,1	0	25,82	1,48	70			0-200
Ferro	mg/L Fe	9,2	0	0,207	19,11	60	0-0,5	0,5	0-0,3
Magnésio	mg/L Mg	2,1	0,2	0,70	4,19	71			
Sódio	mg/L Na	170	0	0,77	14,00	105	0-10	0-10	0-10
Hidrato	mg/L	19,0	1,5	6,09	1,97	94			
Ferro	mg/L	70	5	44,89	5,0	50			0-200
Sol. Dissol. Total	mg/L	598	25,9	251,2	2,12	32	0-500	0-500	0-1000
Nitrito	mg/L	284	19	231,1	4,36	22			
Nitro	mg/L	33,5	0	12,4	5,01	71	0-250	0-250	0-50
Clorofila a Lab.	µg/L	100,00	0	0,18	9,72	80	0-50	0-50	
DBO	mg/L O2	470,50	0	57,52	0,98	191	0-5	0-10	
Cond. Termoeletrólito	µmhos/cm	15000	0	1005	26,60	27	0-200	0-200	0-50
Al. Total	mg/L CaCO3	114,5	0,2	20,19	1,28	21	0-1	0-1	0-1
Nitro	mg/L NO3	9	2	0,13	59,34	265	0-1	0-1	0-1
pH Lab.	-	9,31	6,9	7,967	0,94	73	6-8	6-8	
DO Lab.	mg/L O2	38,86	0	4,188	17,19	25	0-5	4-5	
Nitrogênio amoniacal Lab.	mg/L NH4	0,1	0	0,001	14,42	177			0-1,0
Fósforo Total	mg/L P	5,38	0	0,266	25,36	100	0-0,03	0-0,05	
Cond. Total	mg/L	16,5	0	0,250	20,07	66			
Sólido	mg/L Sólido	160	1,1	10,08	4,41	35			
Temperatura água	°C	34	24,8	26,08	0,41	309			
Condutividade	µm	0,08	0	0,028	18,48	317			
pH Sonda	-	9,32	6,65	7,200	0,93	3405	6-9	6-9	
C. El. Sonda	mS/cm	0,18	0,162	0,160	2,08	3801			
Dissol. Sonda	mg/L	271	0	8,888	16,49	2885	0-100	0-100	0-5
Al. Sonda	mg/L Al	4,150	0	4,708	19,49	1202	0-10	0-15	
Al. Sonda	mg/L CaCO3	0,389	0	0,100	14,05	48			
Al. Sonda	mg/L CaCO3	56,06	0	5,922	10,77	59			
Nitro	mg/L	7,500	0	0,46	12,45	260			
Cond. Total	mg/L Cond.	80	2,45	20,38	10,81	27			0-5
Al. Sonda	mg/L CaCO3	81,8	0	12,39	10,81	6			
Cond. Sonda	µg/L	80,0	0,080	10,30	0,91	268			
Condutividade Sonda	µmhos/cm	153	1,102	18,69	21,48	19			
Nitrogênio	mg/L	89	0,1	0,2	14,36	73			

DBO



DO Lab.



Cond. Total



Alumina



Clorofila a Lab.



Cond. Termoeletrólito



pH Lab.



Fósforo Total



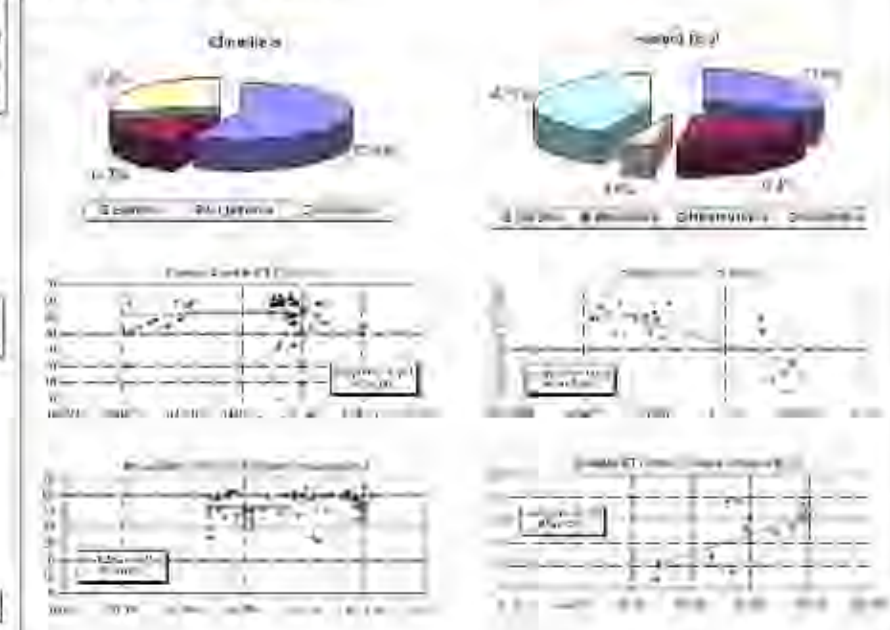
Nitro



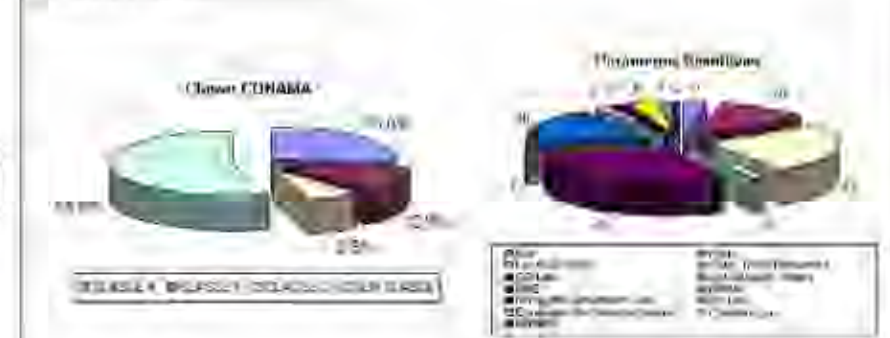
Nitrogênio Amoniacal Lab.



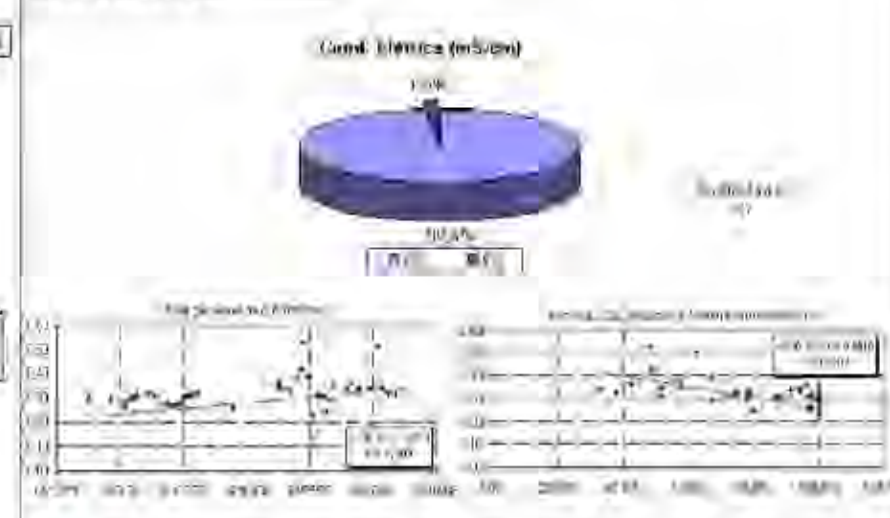
Índice de Estado Tráfico



Classe CONAMA



Classe Irrigação



Clor



Ferro



Sól. Dissol. Total



Cond. Termoeletrólito



Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

Objetivo: Fornecer informações básicas para a gestão de recursos hídricos e ambientais.

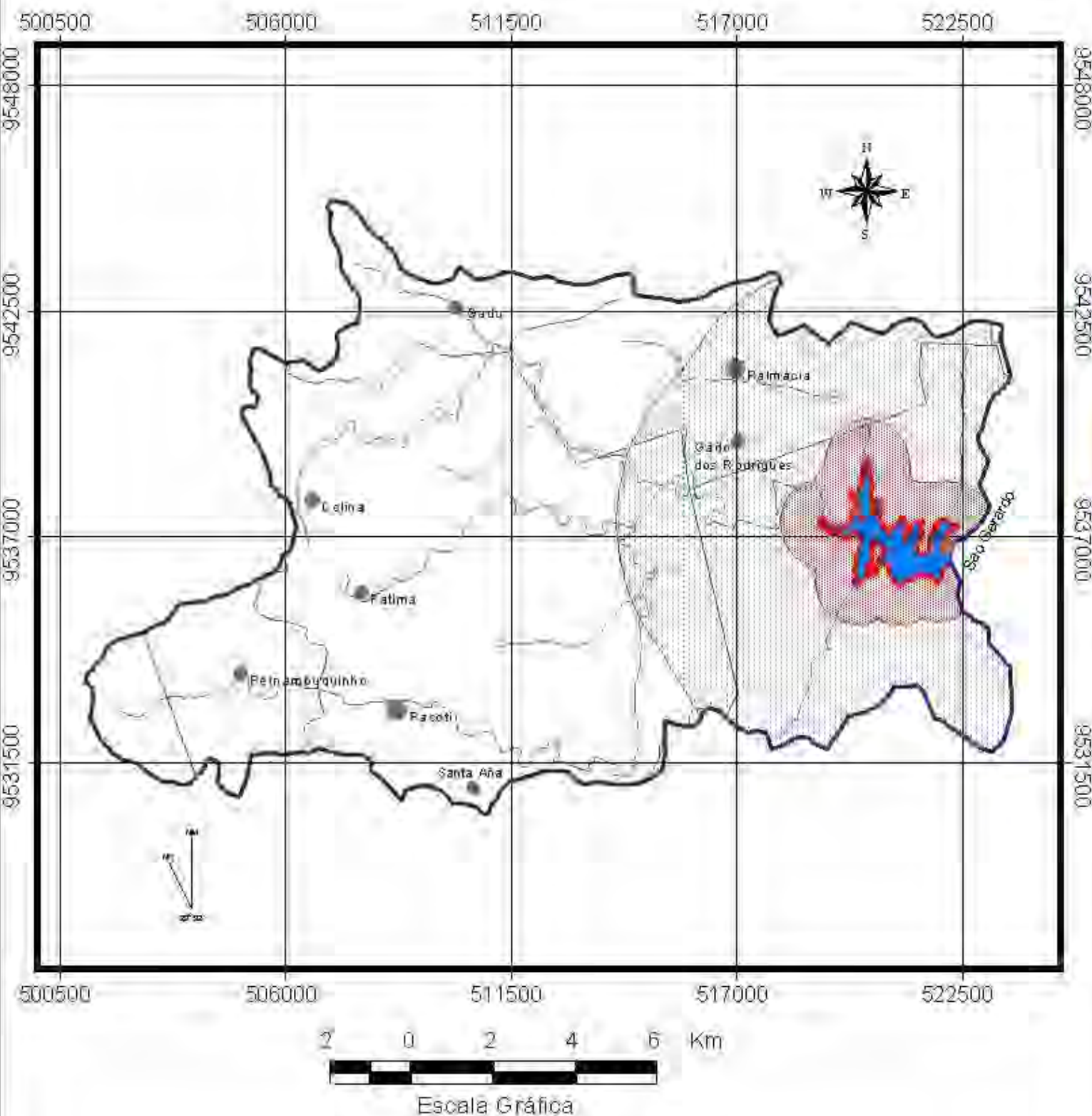
8. ESTIMATIVA DAS CARGAS DE NUTRIENTES

8.1 Área de influência

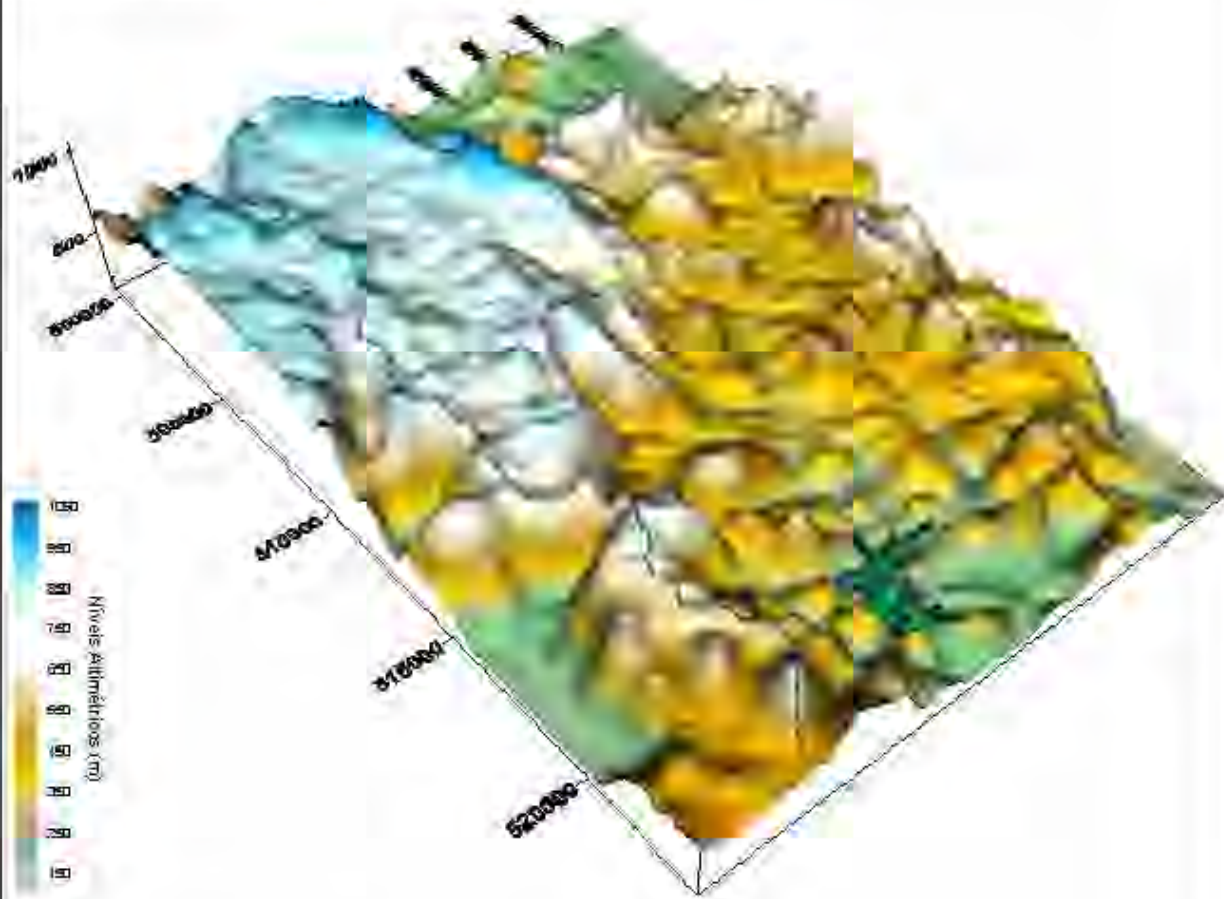
De acordo com a metodologia concebida para o Inventário Ambiental, entende-se como área de influência aquela em que o somatório das cargas pontuais e difusas de nutrientes, descontando-se a sedimentação, aplicando-se o coeficiente de sedimentação de Salas & Martino (1991) ao modelo Vollenweider (1976) se iguala à concentração média de fósforo representativa do corpo hídrico. Para isso, em princípio, obteve-se a partir das curvas de nível do Estado do Ceará, equidistantes 5 m, o modelo digital de elevação (MDE) e o perfil longitudinal da bacia de drenagem desde o açude (exutório) até as nascentes.

Com o conhecimento das características altimétricas tornou-se possível extrair a área de influência (A_i) para o açude Acarape do Meio, onde através do Arcview 3.2 geraram-se “*buffers*” tomando como base a área da bacia hidráulica do reservatório. Foram criados 03 temas onde foram identificadas: a Área de Preservação Permanente (APP) – 100 m (raio), a Área de Entorno – 1 km (raio) e a Área de Influência – 5 km (raio). Sendo esta última a que mais se adequou para o cálculo da estimativa, com uma taxa de equiparação ao valor medido em laboratório de 94,49%. O valor calculado da A_i foi de 80,33 km² que equivale a 36,51 vezes a área da bacia hidráulica, ou seja, quando o açude está na cota do sangradouro. Os níveis altimétricos na área da A_i variam de 875 m a 245 m, possibilitando o aumento do escoamento superficial e carreamento de sedimentos e poluentes, principalmente nos períodos de maiores registros pluviométricos. Isto ocorre, com maior frequência nas áreas de uso intensivo do solo, de onde há a cobertura vegetal natural foi substituída por culturas sem o devido respeito da APP e sem o cuidado de plantar em curva de nível - Desenho 8.

Área de Influência (Ai)



Modelo Digital de Elevação (MDE)



Perfil Longitudinal (Açude - Nascentes)



- Legenda:**
- Bacia Hidrográfica
 - Bacia Hidráulica
 - Drenagem
 - Área de Influência (5 km de raio)
 - Entorno do Reservatório (1 km de raio)
 - Área de Preservação Permanente (100m de raio)
 - Limite Municipal
 - Sede Municipal e Distrital

Observações:

Projeção Universal Transversa de MERCATOR (UTM)
 Datum Horizontal: SAD-69
 Origem: Equador e Meridiano Central de 39°WGR

	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH	
	INVENTÁRIO AMBIENTAL DOS AÇUDES - IVA	
Título: Área de Influência e Aspectos Morfológicos	Data: 05 de Maio de 2007	Nº do Relatório: 08
Fonte: Banco de Dados da COGERH		

8.2 Resumo do cálculo das cargas de nutrientes

Foram determinadas e definidas as cargas de nutrientes a partir da identificação e do levantamento das principais fontes de poluição difusa e pontual, que influenciam na aceleração do processo de eutrofização natural. Ressalta-se, porém, que os resultados da análise quantitativa das cargas de nutrientes são valores anuais e que a região apresenta uma forte sazonalidade climática e, por conseqüência, um regime fluvial intermitente.

As cargas de nutrientes pontuais e difusas foram calculadas a partir da contabilização daquelas constantes na área de influência em relação à concentração de fósforo medida em laboratório. Apesar das incertezas associadas à quantificação das cargas difusas, estimativas das contribuições dos usos verificados na bacia são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Estimativa das emissões de nutrientes das fontes pontuais e difusas.

Fontes Contribuintes		N		P	
		ton/ano	%	ton/ano	%
Difusa	Pecuária	1,06	9,40%	1,35	23,98%
	Pecuária outros	0,62	5,47%	1,07	19,05%
	Agricultura	0,00	0,00%	0,00	0,00%
	Solos	0,79	7,05%	0,22	3,96%
Pontual	Esgoto	8,81	78,09%	2,99	53,00%
TOTAL		11,278	100%	5,642	100%

8.3 Cenário atual e capacidade de suporte do reservatório

Entre os usos que são feitos tem-se o consumo humano para o qual o nível de eutrofização tolerável é o **mesotrófico**, podendo então considerar como permitida a concentração de fósforo total igual a 0,05 mg/L, segundo a classificação de Carlson Modificado. Admitindo que o ponto ACA-05 seja representativo da concentração de fósforo no reservatório, foi realizada perfilagem e obteve-se um valor médio da concentração de fósforo total no reservatório igual a 0,11 mg/L.

Para efeitos de cálculo, levou-se em consideração o tempo de residência médio de 1,85 anos, o volume armazenado médio de 21.186.719 m³, e as concentrações de fósforo total permitida e atual, utilizou-se a fórmula de Vollenweider (1976) modificada para climas tropicais por Salas e Martino (1991) para obtenção do limite de carregamento externo de 2.132,7 kgP/ano, que seria a carga máxima de fósforo permitida para a

manutenção da qualidade das águas do reservatório. Portanto, de acordo com as estimativas, atualmente o reservatório está recebendo 2,64 vezes a mais que a carga limite calculada.

9. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

9.1 Qualidade da água para abastecimento público

O índice de qualidade de água - IQA trabalha com 09 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas: Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduo Total e Turbidez. Os resultados calculados indicam que as águas do açude Acarape do Meio são classificadas como **ruim** a **regular** quando utilizadas para o abastecimento público e os parâmetros restritivos são o oxigênio dissolvido, o fósforo e a demanda bioquímica de oxigênio.

De acordo com estudo realizado por Ribeiro (2007), o referido reservatório apresenta uma considerável variabilidade na qualidade das suas águas, causada pelas três principais afluições, que têm características bem distintas em sua composição, além da grande contribuição difusa resultante das atividades agrícolas no seu entorno e a montante. O estudo apontou, ainda, para uma tendência de agravamento da deterioração da qualidade da água, principalmente em 2004 e 2005, pois as concentrações de algumas substâncias tiveram seus valores alterados para um estado crítico, influenciados pelos processos hidrológicos.

9.2 Qualidade da água para irrigação

Conforme a classificação proposta pela University of Califórnia Committee Consultants - UCCC, apresentada por Ayers & Westcot (1991), as águas do açude Acarape do Meio são classificadas, predominantemente, como sendo de Classe C2, ou seja, água com salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 dS.cm⁻¹, a 25 °C), podendo ser utilizada sempre que houver um grau moderado de lixiviação, em plantas com moderada tolerância aos sais.

9.3 Eutrofização

Os resultados do cálculo do Índice de Estado Trófico – IET indicam que o açude Acarape do Meio encontra-se entre eutrófico e oligotrófico. Em cenários simulados por Lima (2007), em estudos da evolução das concentrações de fósforo e clorofila-a no

referido açude, comprovaram que as suas águas têm evoluído negativamente com relação à eutrofização, com aumento das concentrações ao longo do período observado.

9.4 Salinização

A concentração de cloreto constitui-se em critério de potabilidade para abastecimento público. Em excesso provoca sabor salgado na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo. A maior parte dos resultados de cloretos indicam valores das concentrações de cloretos acima de 250 mg/L, limite estabelecido tanto para a classe 2 da resolução 357 do CONAMA para a potabilidade.

9.5 Fatores condicionantes da qualidade da água

Os resultados obtidos indicam que existe uma forte correlação entre a qualidade da água e o volume armazenado no açude Acarape do Meio, ou seja, a qualidade da água sofre uma deterioração na medida em que o volume armazenado é reduzido. Isso pôde ser observado analisando-se o banco de dados de monitoramento, que aponta uma forte tendência de degradação da qualidade de suas águas nos períodos de estiagem, em que há aumento na concentração de algumas substâncias.

Como comentado anteriormente, o reservatório recebe grande contribuição de agentes poluidores provenientes de fontes difusas resultantes da atividade agrícola no seu entorno e, assim como a maioria dos açudes localizados no semi-árido, tem problemas de eutrofização, processo que, neste caso, está relacionado com o aporte de nutrientes em decorrência de atividades antrópicas, e que, normalmente, se agrava nos períodos em que o nível do reservatório baixa.

Ribeiro (2007) observou que em profundidades maiores que 10 m praticamente não há oxigênio dissolvido, o que pode ser explicado pelo fato da matéria orgânica, produzida pelas algas se depositar no sedimento de fundo e se decompor mediante processos aeróbios e aneróbios, durante os quais são produzidos diversos compostos de carbono, nitrogênio e fósforo. Seus resultados de análise do índice de estado trófico comprovaram que a qualidade da água do reservatório tende a se agravar ao longo dos anos, principalmente nos aportes rurais e nos provenientes de esgoto doméstico.

10. RECOMENDAÇÕES E MEDIDAS MITIGADORAS

O açude Acarape do Meio tem como uso preponderante o abastecimento humano, no entanto, encontra-se em estado de eutrofização, o que torna urgente a definição de uma série de ações para melhoria de suas águas. As ações, de médio e longo prazo, incluem:

- Implementação de programas de saneamento, criando-se assim condições sanitárias adequadas, tanto nas sedes municipais quanto nas comunidades rurais;
- Com relação à população rural, principalmente nas residências mais próximas ao reservatório, é indicada a implementação de fossas sépticas biodigestoras;
- Adoção de práticas agrícolas orgânicas e de conservação do solo compatíveis com o relevo, com o plantio em curva de nível, adubação verde e plantio direto, respeitando devidamente a área de preservação permanente do reservatório;
- Exploração de pecuária numa faixa maior que 5 km, calculada como sendo a área de influência para o açude, além de construção de cochos para dessedentação animal, evitando assim que os animais tenham acesso direto ao reservatório;
- Adoção de programa para coleta seletiva de lixo e escolha de locais mais adequados para disposição de lixo orgânico;
- Implementação de programas de educação ambiental nas escolas e junto às comunidades, com o objetivo de conscientização quanto aos cuidados de preservação do manancial;
- Por fim, para a certificação das medidas adotadas e para uma gestão efetiva do reservatório em questão, é recomendada a realização de adequações no seu programa de monitoramento qualitativo/quantitativo e a fiscalização dos usos do solo e da água, para tanto são imprescindíveis as ações das instituições: Prefeituras Municipais de Redenção, Pacoti e Palmácia, DNOCS, Superintendência de Meio Ambiente – SEMACE, CAGECE, Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/COGERH e sociedade civil organizada, juntamente com o Comitê das Bacias Metropolitanas.

11. BIBLIOGRAFIA

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH). Plano Estadual dos Recursos Hídricos. Fortaleza, 1995. CD-Rom.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH). Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/obras/index.asp>. Acesso: 14 abr. 2008.

CPRM Serviço Geológico do Brasil. *Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará*. Fortaleza: Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará, 2001. CD-ROM.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. Censo Demográfico 2000. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1437>. Acesso : 10 abr. 2008.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal: Baturité*. Fortaleza, 2007a. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/Baturité.pdf. Acesso: 14 abr. 2008.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal: Guaramiranga*. Fortaleza, 2007b. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/Guaramiranga.pdf. Acesso: 14 abr. 2008.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal: Pacoti*. Fortaleza, 2007c. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/Pacoti.pdf. Acesso: 14 abr. 2008.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal: Palmácia*. Fortaleza, 2007d. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/Palmácia.pdf. Acesso: 14 abr. 2008.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1918. 478p.

LIMA, F. F. de. *Estado trófico do açude Acarape do Meio com prognósticos usando modelagem matemática*. Fortaleza: UFC, 2007. 94p. (Dissertação de Mestrado).

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. *Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.3, p.715–723, 2006.

REBOUÇAS, A. da C. *Água na Região Nordeste: desperdício e escassez*. Estudos Avançados 11(29), 1997 B.

RIBEIRO, I. V. A. de S. *Estudo de estado trófico do reservatório Acarape do Meio mediante a determinação de indicadores de qualidade de água*. Fortaleza: UFC, 2007. 198p. (Tese de Doutorado).

SRH/COGERH/VBA Consultores. *Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas*. Fortaleza, 2001.

APÊNDICE
