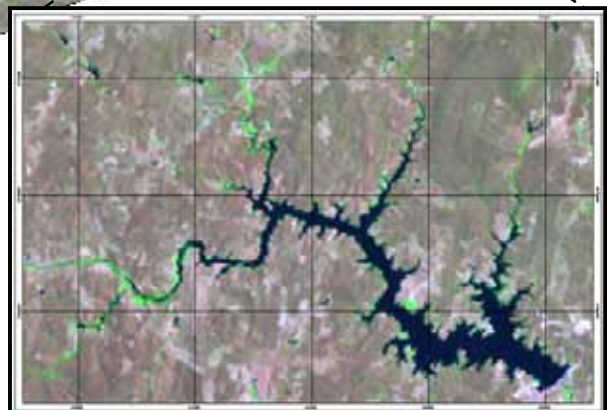
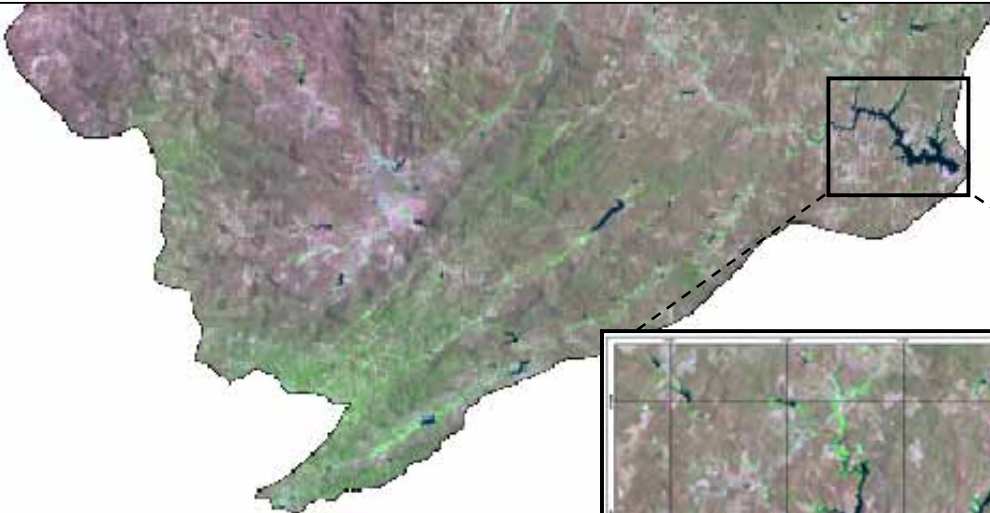


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

GERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL - GEDOP



FORTALEZA / CEARÁ

Outubro 2006

CONCEPÇÃO E**COORDENAÇÃO:** - Walt Disney Paulino**ELABORAÇÃO:** - Paulo Augusto Pires Sucupira

- Walt Disney Paulino

COLABORAÇÃO/**APOIO:** - Flávio Augusto Morais Ferreira (GEDOP)

- Marcos Wendell Moreira Torres (GEDOP)

- José Haroldo Nogueira Peixoto (Ger. Quixeramobim)

- Raimundo Lauro de Oliveira Filho (Ger. Quixeramobim)

SUMÁRIO

	pg
1. INTRODUÇÃO.....	04
2. METODOLOGIA.....	06
2.1. Atividades de Reconhecimento Básico e Geração da Base de Dados.....	06
2.2. Detalhamento da Produção de Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) para o cálculo de Estimativa de Cargas Geradas para o Reservatório.....	08
2.2.1. Águas Servidas (Esgoto Doméstico).....	08
2.2.2. Agricultura.....	09
2.2.3. Pecuária.....	10
2.2.4. Solos.....	11
3. RESULTADOS E CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DO IVA.....	13
3.1. Fontes de Poluição Pontual.....	13
3.1.1. Esgotamento Sanitário (Estimativa de Cargas de Nutrientes).....	13
3.1.2. Resenha Fotográfica.....	14
3.2. Fontes de Poluição Difusa.....	15
3.2.1. Agricultura (Estimativa de Cargas de Nutrientes).....	15
3.2.1.1. Resenha Fotográfica.....	16
3.2.2. Pecuária (Estimativa de Cargas de Nutrientes).....	17
3.2.2.1. Resenha Fotográfica.....	18
3.2.3. Solo (Estimativa de Cargas de Nutrientes).....	19
4. CONSOLIDAÇÃO DAS CARGAS ANUAIS DE NUTRIENTES.....	20
5. QUALIDADE DE ÁGUA ATUAL.....	23
5.1. Classificação da Amostragem.....	24
6. COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO.....	27
6.1. Evolução do Volume Armazenado.....	27
7. CONSOLIDAÇÃO DO MONITORAMENTO QUALITATIVO.....	29
7.1. Estatística das Análises Realizadas.....	29
7.2. Síntese dos Resultados e Quantificação das Análises Realizadas.....	30
8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXO.....	36

1. INTRODUÇÃO

Os impactos produzidos a partir da relação entre o homem e a natureza tendem a provocar alterações catastróficas e até mesmo irreversíveis quando executado de maneira irracional, isto é, sem planejamento adequado. Os impactos ambientais traduzem uma mentalidade despreocupada em garantir condições básicas e necessárias para a sobrevivência das futuras gerações.

Na identificação e análise desses impactos, em termos de unidade de estudo e operação, a bacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento mais apropriada, por permitir o controle objetivo dos recursos naturais e socioeconômicos, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo, da água e a organização comunitária. O trabalho em bacias hidrográficas cria condições que tornam compatíveis as atividades produtivas e a preservação ambiental, permitindo um desenvolvimento sustentável, Pereira & Molinari (1995 apud SILVA *et al*, 2003).

A base dos recursos naturais do Estado do Ceará é notadamente frágil, sobretudo por estar localizado, quase em sua totalidade, no semi-árido. Esta característica determina a alta vulnerabilidade destes recursos, agravados pelos desmatamentos, queimadas, remoção de matas ciliares, uso abusivo de insumos (pesticidas e fertilizantes) na agricultura e despejos de resíduos poluidores nos corpos d'água, os quais geram impactos diretos ou indiretos, com conseqüências severas ao meio ambiente no que tange a qualidade da água, a biota aquática e ao funcionamento de rios e lagos.

A degradação ambiental, a montante e no entorno, de um reservatório está associada aos conflitos dos usos múltiplos das águas, falta de saneamento básico e educação ambiental. Desenvolvendo-se atividades agrárias rústicas, pastoreio extensivo e agroextrativismo, passíveis a estruturação de atividades socioeconômicas de baixa rentabilidade. O resultado da combinação desses problemas é o incremento na demanda de água potável e o maior risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas que se torna, dessa forma, um problema permanente para a saúde pública, na medida em que a água representa um veículo importante de disseminação de diversas doenças.

O Inventário Ambiental do Açude Serafim Dias possibilita o conhecimento das características físicas do meio ambiente e sociais da bacia hidráulica e hidrográfica, mostrando a situação atual da qualidade da água para abastecimento humano. Considerando, para subsidiar o diagnóstico hidroambiental tomando como referência as diversas formas de uso e ocupação do solo e o levantamento em campo das principais fontes de poluição pontual e difusa que contribuem de forma artificial com a aceleração do processo natural de eutrofização.

O principal objetivo deste estudo consiste na criação de uma Base de Dados dos açudes, através do Inventário Ambiental dos Açudes (IVA), baseada nos métodos convencionais de pesquisa, em atividades de campo e de escritório. Procurando criar diferentes planos de informações para utilização, atualização e por fim gerar o diagnóstico ambiental do reservatório.

Silva (2001) argumenta que diagnóstico ambiental consiste:

“No produto da análise efetuada sobre uma de várias situações ambientais, refletindo o conjunto de condições positivas e negativas prevalentes em um ambiente. É, portanto, composto a partir da análise de situações ambientais; conseqüentemente, sendo uma síntese, não deve ser confundido com suas partes”.

A região pesquisada compreende a bacia hidrográfica do açude Serafim Dias, a qual engloba áreas do semi-árido, abrange parte da Depressão Sertaneja, atingindo altitudes entre 200 m (nível mais baixo) e 500 m (nível mais alto) e parte dos maciços residuais com níveis altimétricos variando de 500 a 700 m. Está incluso na bacia hidrográfica do Banabuiú, sendo os rios desta bacia em geral temporários. Nela estão inseridos parte dos municípios de Mombaça e Pedra Branca, abrangendo em torno de 1.602,8 km² de área drenada. Encontra-se nas respectivas coordenadas 40°05' e 39°37' de latitude oeste e 5°19' e 5°52' de longitude sul (Figura 01).

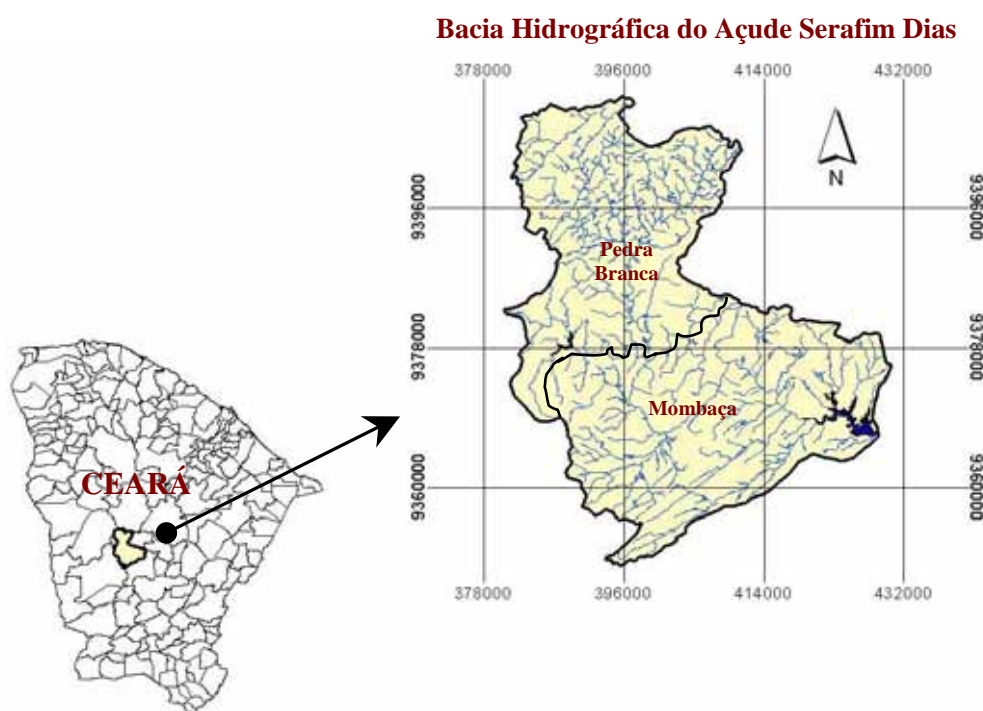


Figura 01 – Esquema de localização do reservatório estudado.

O relevo na região apresenta-se plano, suave ondulado e ondulado (Brasil, 1973). A área em estudo está constituída predominantemente pela unidade fitoecológica representativa a Caatinga Arbórea Densa. A degradação desta vegetação determina o aparecimento de outra unidade abrangente à área de estudo, a Caatinga Arbustiva. Tal degradação, acelerada pelo homem, tem origem nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semi-aridez acentuada. Esta comunidade caracteriza-se por apresentar árvores de porte mais baixo e cujas folhas caem totalmente na

época seca; caules retorcidos e esbranquiçados. A densidade maior ou menor dos indivíduos componentes da comunidade é que determina o tipo e as espécies fitoecológicas predominantes. De acordo com a classificação citada por Brasil (1973), atualizada conforme EMBRAPA (1999) encontraram-se, na área de estudo, solos das classes: Brunizém Avermelhado (Chernossolos Argilúvicos), Bruno Não-Cálcico (Luvisolos Crômicos) e Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolos Vermelho).

2. METODOLOGIA

2.1. Atividades de Reconhecimento Básico e Geração da Base de Dados

Os trabalhos realizados foram divididos em duas etapas distintas. A primeira etapa constou dos trabalhos iniciais de revisão bibliográfica, tratamento dos dados pré-existentes, ensaios de campo e coleta de novos dados obtidos através da aplicação de metodologias específicas, induzindo a caracterização de seus agentes naturais e antrópicos. A segunda baseou-se na integração dos dados levantados, através de análises das amostras e avaliação dos resultados em escritório.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico detalhado de trabalhos relacionados ao tema e de dados cartográficos da área. Com a realização da avaliação bibliográfica preliminar da área, e de posse da base cartográfica realizaram-se viagens técnicas de campo. Para isso, foram realizadas visitas institucionais nas prefeituras, secretarias de saúde, sindicatos de trabalhadores rurais, EMATERCE, DNOCS e sedes distritais de cada município integrante na bacia hidrográfica do reservatório em questão.

Com isso, pode-se contatar, em campo, preliminarmente, que nos municípios que integram a bacia hidrográfica do açude Serafim Dias, uma ausência significativa de cobertura vegetal, fruto do desenvolvimento da agricultura de sequeiro e da pecuária extensiva na região. Uma avaliação da situação ambiental atual dos distritos, com base no cruzamento de informações Geográficas, através de Cartografia digital auxiliou os estudos de caráter ambiental.

A metodologia de investigação ambiental baseia-se em inspeções pontuais feitas em campo com o cadastro de qualificação e quantificação das cargas de poluentes das fontes de poluição pontual e difusa por distrito e na bacia como um todo (uso no escritório) ou a partir de registros indiretos da localização e extensão de entidades ambientais, como são os procedimentos de interpretação de imagem de satélite.

A fase de Geoprocessamento e Geração da Base Digital inclui a coleta e organização dos dados ambientais, atividades de campo, interpretação de imagem de satélite e mapeamentos temáticos. Nesta etapa foi utilizada a imagem no formato digital em CD-ROM, com composição colorida RGB do satélite LANDSAT, cujas características estão descritas na Tabela 01.

Tabela 01 – Imagem de satélite que recobre a área de interesse.

Satélite/Sensor	Órbita	Cena	Formato	Bandas	Passagem
Landsat 7 / ETM+	217	64	Digital (Geotiff)	(30m) (3) 0.63-0.69 μ m (4) 0.78-0.90 μ m (5) 1.55-1.75 μ m	28/08/2002

O processamento digital dos dados foi realizado no ARCVIEW versão 3.2, desenvolvido pelo ESRI. Como apoio cartográfico, utilizaram-se as Cartas Planialtimétricas (DSG-SUDENE) na escala de 1:100.000, referentes às folhas de Independência (SB-24-V-D-I), Várzea do Boi (SB-24-V-D-IV), Boa Viagem (SB-24-V-D-II) e Mombaça (SB-24-V-D-V), o Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Ceará (Brasil, 1973) e o Atlas do Ceará (IPLANCE, 1997), com o intuito de complementar informações obtidas a partir das imagens digitais. Os dados cartográficos oriundos das cartas planialtimétricas serviram de base para a interpretação da imagem orbital, definindo de modo preciso o levantamento dos pontos de emissão de poluentes e de apoio em campo obtidos por meio do GPS modelo GARMIM 12XL e da ficha de campo do IVA.

As etapas de campo para a coleta e averiguação de informações no açude Serafim Dias foram organizadas em duas fases distintas. A primeira constou de visita (04/09/2006) a bacia hidráulica, onde se destinou primeiramente ao levantamento do entorno, com registro de coordenadas e fotográfico, das formas de uso da terra na bacia hidráulica, sendo devidamente registrados na ficha de campo do IVA. Realizou-se, também, em um ponto representativo do açude Serafim Dias (0428124 / 9366788), correspondente a tomada d'água, a perfilagem da coluna d'água para a determinação das respectivas profundidades para a coleta de amostras de água em três profundidades distintas. Para isso foram utilizados o Disco de *Secchi* (transparência da água), garrafa *Van Dorn* e a Sonda Multiparamétrica. Os parâmetros coletados foram: na superfície, a 0,5m, (físico-químicos, nutrientes, clorofila a, DBO e coliformes fecais) e nas demais profundidades, 4 e 8,5m, (nutrientes e clorofila a). Este ponto apresentou profundidade média de 11,5m com variação da temperatura entre 27,74 °C a 26,43 °C e as amostras foram coletadas inicialmente as 17:30h com termino as 17:43h. As amostras foram enviadas ao CENTEC de Limoeiro do Norte e os dados da perfilagem foram analisados em escritório. Nos dias restantes (04 a 06/09/2006) foi aplicado e preenchido parte do formulário do IVA em visitas institucionais nas sedes municipais para a compreensão da real situação dos distritos, que integram a bacia hidrográfica do Serafim Dias, no que diz respeito a esgotamento sanitário, forma de abastecimento, tratamento da água, disposição de resíduos sólidos e tipos de atividades agropecuárias.

A segunda etapa (18 a 21/09/2006) foi dedicada ao levantamento *in locu* dos pontos de poluição nos distritos. Nestes trabalhos foram realizadas, observações quanto aos aspectos físicos que compõem o ecossistema, identificando e caracterizando as principais modificações ocasionadas pelas formas de uso e ocupação do solo, para preenchimento do IVA de informações relevantes, com os devidos registros fotográficos e de coordenadas.

Ainda nesta fase de coleta e trabalho dos dados equivale à geração e a criação da base georreferenciada, abastecendo o Inventário Ambiental do Açude em estudo. Este pode ser considerado uma Base de Dados e um representante da realidade ambiental, sendo definido pelas condições naturais e antrópicas mais relevantes. Este levantamento ambiental abrange os Mapas Temáticos, Parâmetros Sócioambientais e de Qualidade de água para consumo humano. Tais parâmetros apresentam suas respectivas unidades podendo-se definir a localização geográfica, extensão territorial e correlação espacial.

O uso de tecnologias/metodologias de geoprocessamento associadas a Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem sendo cada vez mais usado e difundido, sobre a sua contribuição metodológica para o diagnóstico ambiental. Este estudo tratou-se de um projeto piloto e interdisciplinar para criar um conjunto de categorias digitais básicas capazes de gerar, por si próprias, uma riqueza de informações espaciais e temporais sobre diferentes situações ambientais e também de gerar Cenários e Medidas Mitigadoras, pretendendo-se contribuir com informações úteis a gestão dos recursos hídricos no estado do Ceará.

2.2. Detalhamento da Produção de Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) para o cálculo de Estimativa de Cargas Geradas para o Reservatório

Inicialmente para a elaboração dos cálculos para a estimativa de carga de N e P foi determinado um fator de atenuação e este está relacionado à distância (raio) relativa das fontes poluentes ao entorno do açude, quanto maior a distância menor a influência dos mesmos (tabela 02).

Tabela 02 – Fator de atenuação de nutrientes gerados pelas diversas formas de uso da terra na bacia hidrográfica e hidráulica de um reservatório.

Fator de Atenuação	Distância do Corpo Hídrico (Km)
1*	até 1
0,8	2 – 10
0,6	11 – 20
0,4	21 – 30
0,2	31 – 40
0	> 40

*Obs: O fator igual a 1 é equivalente ao entorno.

2.2.1. Águas Servidas (Esgoto Doméstico)

Em relação aos fatores socioeconômicos dos distritos que compõem a bacia hidrográfica do Serafim Dias, constatou-se que há uma relação direta entre a quantidade de esgoto doméstico lançado nos rios e o número de habitantes da região. Isso acontece porque a maior parte dos esgotos domésticos não recebe o tratamento adequado e as características físico-químicas deste efluente variam em função dos usos da água e podem apresentar em sua composição grande quantidade de matéria orgânica e microorganismos patogênicos.

Com relação à estimativa de carga de contribuição de esgoto doméstico, levou-se em consideração somente a parte dos municípios e distritos integrantes a abrangência do limite da bacia hidrográfica. Em recente estudo sobre o consumo de água na região nordeste brasileira, Döll & Hauschild (2002, *apud* LACERDA & SENA, 2005), estimaram valores para consumo na região litorânea variando de 82 a 125 L.hab⁻¹.dia⁻¹, embora em centros metropolitanos este valor possa chegar a até 200 e 250 L.hab⁻¹.dia⁻¹, valores similares àqueles verificados em países desenvolvidos, por outro lado em regiões de efetiva carência deste recurso este valor pode ser muito menor, atingindo cerca de 8 a 12 L.hab⁻¹.dia⁻¹ Döll & Hauschild (2002, *apud* LACERDA & SENA, 2005). No entanto, um estudo de capacidade de suporte de corpos hídricos naturais deve sempre levar em consideração a pior hipótese, de forma a gerar situações de segurança ambiental.

O cálculo da estimativa foi feito com base no Censo do IBGE de 2000, em relação ao percentual na bacia hidrográfica do Serafim Dias, de domicílios contribuintes não ligados a rede geral de esgoto pela média de pessoas por domicílio, onde para efeito de cálculo o resíduo líquido vai ser de 85 L/hab/dia estabelecido para áreas rurais (LACERDA *et al*, 2005), estimou-se o que são produzidos anualmente de esgoto e nutrientes.

A carga média total de nutrientes para águas servidas foi calculada com base no total de pessoas contribuintes pela taxa de concentração mínima de nutrientes para áreas rurais que é de 0,0015 N e 0,0004 P ton/hab/ano (SPERLING, 1996). Este cálculo foi realizado de acordo com a equação:

$$\text{CMT} = \text{TP} \times \text{CNP}$$

Onde:

CMT = Carga Média Total, em ton.ano⁻¹;

TP = total de pessoas contribuintes que não estão ligados a rede de esgoto;

CNP = Carga de nutrientes per capita.

Os valores de eficiência estão relacionados respectivamente ao percentual de nutrientes que ficam retidos na fossa rudimentar e a céu aberto. Estes valores foram estabelecidos baseados em estudo feito por (NOGUEIRA, 2003), com taxas de retenção para fossa séptica de 4% de N e 5% de P. O fator de atenuação (tabela 02) foi aplicado no cálculo para se saber da carga de nutrientes que chega ao reservatório, sendo realizado através da equação:

$$\text{CR} = \text{CMT} \times (1 - \text{EF}) \times \text{AT}$$

Onde:

CR = Carga que chega ao reservatório, em ton.ano⁻¹;

CMT = Carga Média Total, em ton.ano⁻¹;

EF = Taxa de eficiência na retenção dos nutrientes por tipo de tratamento;

AT = Fator de atenuação.

2.2.2 Agricultura

É uma das principais fontes do excesso de nitrogênio e fósforo nas áreas não urbanizadas. Onde pela ação das águas das chuvas e da irrigação, os nutrientes são

carreados para o solo, conjuntamente, com adubos nitrogenados para as águas superficiais e subterrâneas, gerando a contaminação das mesmas, através da percolação e do escoamento superficial desse material para os cursos d'água. O percentual de nitrogênio e fósforo aplicados como fertilizantes varia com o tipo de solo e prática agrícola. De um modo geral, solos argilosos perdem de 10% a 40% dos nutrientes aplicados como fertilizantes, enquanto que em solos arenosos a perda pode atingir de 25% a 80% Howarth *et al.* (1996, *apud* LACERDA & SENA, 2005).

Com relação à estimativa de carga de contribuição da agricultura, levou-se em consideração somente a parte dos municípios e distritos integrantes a abrangência do limite da bacia hidrográfica, no que condiz a abrangência do limite da bacia. As culturas de sequeiro predominantes na região são as de algodão, milho e feijão. Esses cultivos apresentam uma necessidade diferenciada por determinados nutrientes, a qual é geralmente suprida pela adição de fertilizantes ricos em N e P (ANDRADE, 1991), que pelo seu custo impossibilita a sua utilização pelos pequenos agricultores, onde se faz uso de adubos orgânicos como a uréia e o esterco bovino.

A área plantada, em ha, na abrangência da bacia hidrográfica, foi obtida de acordo com o Perfil Básico Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2005. O coeficiente de retenção de nutrientes por tipo de cultura foi utilizado de acordo com estudo feito por (UFC, 1993). As taxas de perdas médias para cada tipo de cultivo foram para o Milho de N (26-32%) e P (6-20%); Algodão N (16%) e P (6%) de acordo com Malavolta & Dantas (1980) e para o Feijão é de N (16-25%) e P (0,7-1,4%) conforme Vollenweider (1968). A variação da carga média total de nutrientes por cultivo, baseou-se na equação:

$$CMT = AP \times CRN \times VPN$$

Onde:

CMT = Carga Média Total, em ton.ha⁻¹.ano⁻¹;

AP = Área Plantada por cultivo;

CRN = Coeficiente de Retenção de Nutrientes por cultivo;

VPN = Variação de Perda média de Nutrientes por tipo de cultivo.

O fator de atenuação (tabela 02) foi aplicado no cálculo para se saber da carga de nutrientes que chega ao reservatório, sendo realizado através da equação:

$$CR = CMT \times AT$$

Onde:

CR = Carga que chega ao reservatório, em ton.ano⁻¹;

CMT = Carga Média Total, em ton.ha⁻¹.ano⁻¹;

AT = Fator de atenuação.

2.2.3. Pecuária

A pecuária se constitui de uma importante fonte de nutrientes, associado aos rejeitos da criação de animais, em áreas rurais, para os solos e daí para águas subterrâneas e superficiais. Entretanto, a transferência de nutrientes não ocorre de forma direta, onde cerca de 10% do N e P consumido pelo animal é incorporado ao crescimento de sua biomassa e o

restante liberado sob forma de dejetos tende a ser incorporado ao solo Bouwman & Booi, (1998, *apud* LACERDA & SENA, 2005).

A carga estimada de contribuição da atividade pecuarista levou em consideração somente a parte dos municípios e distritos na abrangência do limite da bacia hidrográfica. E o cálculo teve como base o tipo de rebanho e a quantidade de animais criados por município de acordo com a Produção Pecuária Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2004. A exceção dos dados de Bovinos, Caprinos e Ovinos que estão de acordo com a Secretaria de Agricultura de Pedra Branca (2006). Nessas áreas, com exceção da criação de aves e suínos, os outros tipos de rebanho são criados em forma extensiva, tendo uma alimentação de pastos naturais que provavelmente são mais pobres em nutrientes.

A emissão de dejetos varia com o animal criado, atingindo 10 kg.cabeça⁻¹dia⁻¹ para bovinos e eqüinos, 2,5 kg. cabeça⁻¹dia⁻¹ para suínos, e 1,0 kg. cabeça⁻¹dia⁻¹ para ovinos e caprinos (BOYD, 1971; ESTEVES, 1998). O volume total de dejetos foi obtido através da multiplicação da quantidade de cabeças de determinado animal pela quantidade de desejos produzida por dia. O cálculo foi realizado através da equação:

$$\text{VTD} = \text{TR} \times \text{PD} \times 365 / 1000$$

Onde:

VTD = Volume total de Dejetos produzidos por cabeça/dia, em ton.ano⁻¹;

TR = Total do Rebanho criado por município;

PD = Produção de Dejetos por rebanho, em kg/dia/cabeça.

A carga total bruta é equivalente ao percentual de N e P presente nos dejetos dos animais, onde a quantidade destes nutrientes é relativamente constante e bem conhecida variando em média de 0,6% para bovinos e eqüinos e 0,5% para suínos e ovinos em nitrogênio, e de 0,35%, 0,3% e 0,5% em fósforo para bovinos, suíno e ovino, respectivamente. Para aves galináceas a quantidade de dejetos é de cerca de 0,18 kg. cabeça⁻¹dia⁻¹, com cerca de 1,2% em N e 1,3% em P (LACERDA *et al*, 2005).

O fator de atenuação (tabela 02) foi aplicado no cálculo para se saber da carga de nutrientes que chega ao reservatório, sendo realizado através da equação:

$$\text{CR} = \text{CTB} \times \text{AT}$$

Onde:

CR = Carga que chega ao reservatório, em ton.ano⁻¹;

CTB = Carga Total Bruta, é equivalente ao percentual de N e P presente nos dejetos dos animais em ton.ha⁻¹.ano⁻¹;

AT = Fator de atenuação.

2.2.4. Solos

A carga estimada de contribuição dos solos levou em consideração somente a parte dos municípios e distritos na abrangência do limite da bacia hidrográfica. E o cálculo primeiramente teve como base os tipos de solos com base no projeto RADAMBRASIL (1981) e as áreas de abrangência dos mesmos conforme o Mapa de Solos do Estado do

Ceará na escala de 1/600.000. Modificados de acordo com o Novo Sistema de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999).

Com relação às taxas de perda de solo Ross (2003) destaca, dentre os problemas ambientais rurais, a perda de solo causada pelas atividades agropecuárias, que é um dos mais expressivos. Este autor relata as diversas perdas de solo em áreas de pastagem cerca de 0,4 t/ha/ano, áreas com plantio com 0,9 t/ha/ano e de mata com perda de apenas 0,04 t/ha/ano. O cálculo foi baseado nas equações:

$$(1) \text{CSp} = \text{Ap} \times 0,9 \text{ e } (2) \text{CSm} = \text{Am} \times 0,04$$

Onde:

(1) CSp = Contribuição do Solo pelas áreas de plantio, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

Ap = Área de plantio, em ha;

(2) CSm = Contribuição do Solo pelas áreas de mata, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

Am = Área de mata, em ha;

Os valores relacionados ao N e P presentes nos solos por apresentarem uma mesma textura (argilosa média) na área estudada, basearam-se nos índices de 0,05% de N e 0,14% de P para os Argissolos (RADAMBRASIL, 1981). O cálculo da carga total de nutrientes deu-se através das equações:

$$(1) \text{CTN} = \text{CSp} \times \% \text{Nut} \text{ e } (2) \text{CTN} = \text{CSm} \times \% \text{Nut}.$$

Onde:

(1) CTN = Carga Total de Nutrientes, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

CSp = Contribuição do Solo pelas áreas de plantio, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

%Nut = Concentração do Nutriente no solo.

(2) CTN = Carga Total de Nutrientes, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

CSm = Contribuição do Solo pelas áreas de mata, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

%Nut = Concentração do Nutriente no solo.

O fator de atenuação (tabela 02) foi aplicado no cálculo para se saber da carga de nutrientes que chega ao reservatório, sendo realizado através da equação:

$$\text{CR} = \text{CTN} \times \text{AT}$$

Onde:

CR = Carga que chega ao reservatório, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

CTN = Carga Total Bruta, é equivalente ao percentual de N e P presente nos solos em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

AT = Fator de atenuação.

3. RESULTADOS E CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DO IVA

3.1. FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAL

3.1.1. ESGOTAMENTO SANITÁRIO (ESTIMATIVA DE CARGAS DE NUTRIENTES)

MUNICÍPIO	DISTRITOS	(%) ^a	TOTAL DE PESSOAS CONTRIBUINTE POR DISTRITO E TIPO DE TRATAMENTO ^b		CARGA MÉDIA TOTAL (ton.ano ⁻¹) ^c		EFICIÊNCIA ^d		FATOR DE ATENUAÇÃO ^e		CARGA RESERVATÓRIO (ton.ano ⁻¹) ^f	
			Tratamento	Quant. de pessoas	N	P	N	P	N	P	N	P
MOMBAÇA	Entorno	0,48	Fossa Rudimentar	38	0,057	0,015	0,02	0,03	1	1	0,056	0,014
			Esgoto Bruto	40	0,06	0,016	0	0	1	1	0,060	0,016
	Mombaça	19,56	Fossa Rudimentar	1.532	2,298	0,613	0,02	0,03	0,8	0,8	1,802	0,476
			Esgoto Bruto	1.606	2,409	0,642	0	0	0,8	0,8	1,930	0,514
	São Gonçalo do Umari	46,70	Fossa Rudimentar	327	0,490	0,131	0,02	0,03	0,6	0,6	0,288	0,076
			Esgoto Bruto	1.231	1,850	0,492	0	0	0,6	0,6	1,110	0,295
	Boa Vista	100	Fossa Rudimentar	1.007	1,510	0,403	0,02	0,03	0,6	0,6	0,888	0,234
			Esgoto Bruto	3.964	5,946	1,586	0	0	0,6	0,6	3,568	0,952
	Manoel Corrêia	100	Fossa Rudimentar	92	0,138	0,037	0,02	0,03	0,4	0,4	0,054	0,014
			Esgoto Bruto	910	1,365	0,364	0	0	0,4	0,4	0,546	0,146
PEDRA BRANCA	Tróia/ Capitão-Mor	91,76	Fossa Rudimentar	355	0,532	0,142	0,02	0,03	0,4	0,4	0,208	0,055
			Esgoto Bruto	3.504	5,256	1,402	0	0	0,4	0,4	2,102	0,561
	Santa Cruz do Banabuiú	100	Fossa Rudimentar	1.076	1,614	0,430	0,02	0,03	0,2	0,2	0,316	0,834
			Esgoto Bruto	3.574	5,361	1,430	0	0	0,2	0,2	1,072	0,286
TOTAL GERAL				19.256	28,886	7,703	-	-	-	-	14	4,5

^a - Percentual dos distritos na bacia hidrográfica do açude Serafim Dias. O percentual de 0,48% é equivalente ao entorno (1 km) em relação a parte do distrito de Mombaça.

^b - Cálculo feito com base no Censo do IBGE de 2000, em relação ao percentual na bacia hidrográfica do Serafim Dias, de domicílios contribuintes não ligados a rede geral de esgoto pela média de pessoas por domicílio, onde para efeito de cálculo o resíduo líquido vai ser de 85 L/hab/dia estabelecido para áreas rurais (LACERDA *et al.*, 2005).

^c - Carga média total de nutrientes para águas servidas foi calculada com base no total de pessoas contribuintes pela taxa de concentração mínima de nutrientes para áreas rurais que é de 0,0015 N e 0,0004 P ton/hab/ano (SPERLING, 1996). Este cálculo foi realizado de acordo com a equação: $CMT = TP \times CNP$.

^d - Os valores de eficiência estão relacionados respectivamente ao percentual de nutrientes que ficam retidos na fossa rudimentar e a céu aberto.

^e - Os valores do fator de atenuação estão dispostos na tabela 01, em anexo, e variam de acordo com a distancia em raio para o corpo hídrico.

^f - O cálculo da carga de nutrientes que chega ao reservatório foi realizado através da equação: $CR = CMT \times (1 - EF) \times AT$.

3.1.2. RESENHA FOTOGRÁFICA

IDENTIFICAÇÃO:

► Campo de 04 a 06 de Setembro de 2006 (Bacia Hidráulica)

- 1) Balneário Margem Direita, captação e esgoto.
- 2) Balneário Margem Esquerda próximo a captação da CAGECE.
- 3) Margem Esquerda com ocupação das margens e possível contribuição de esgoto (Comunidade Sítio Serafim Dias).

► Campo de 18 a 21 de Setembro de 2006 (Bacia Hidrográfica)

- 4) Esgoto a céu aberto no Distrito de Boa Vista em Mombaça.
- 5) Banheiro e fossa rudimentar no Distrito de Boa Vista em Mombaça.
- 6) Açudeco eutrofisado que abastece o Distrito de Boa Vista em Mombaça.
- 7) Fossa Rudimentar e lavagem de roupa no Distrito de Manoel Corrêa em Mombaça.
- 8) Fossa Rudimentar e cisterna no Distrito de Tróia em Pedra Branca.
- 9) Esgoto a céu aberto no Distrito de Tróia em Pedra Branca.
- 10) Esgoto a céu aberto no Distrito de Capitão-Mor em Pedra Branca.
- 11) Açudeco onde há o despejo dos efluentes domésticos do Distrito de Capitão-Mor em Pedra Branca, quando sangra vai para o riacho Capitão-Mor.
- 12) Tambores para armazenamento de água e esgoto doméstico – Distrito de Santa Cruz do Banabuiú em Pedra Branca.
- 13) Fossa Rudimentar e banheiro no Distrito de Santa Cruz do Banabuiú em Pedra Branca.



3.2. FONTES DE POLUIÇÃO DIFUSA

3.2.1. AGRICULTURA (ESTIMATIVA DE CARGAS DE NUTRIENTES)

MUNICÍPIO	(%) ^a	TIPO DE CULTIVO	ÁREA PLANTADA (ha) ^b	COEFICIENTE DE RETENÇÃO DE NUTRIENTES (ton.ano ⁻¹) ^c		VARIAÇÃO DE PERDA MÉDIA DE NUTRIENTES (%) ^d		CARGA MÉDIA TOTAL (ton.ha ⁻¹ .ano ⁻¹) ^e		FATOR DE ATENUAÇÃO ^f		CARGA RESERVATÓRIO (ton.ano ⁻¹) ^g	
				N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
MOMBAÇA	0,11	Feijão	7,6	0,03	0,06	0,20	0,01	0,05	0,005	1	1	0,05	0,005
		Milho	10,3	0,07	0,05	0,29	0,13	0,21	0,070	1	1	0,21	0,070
	41,67	Feijão	2.897	0,03	0,06	0,20	0,01	17,40	1,740	0,6	0,6	10,44	1,044
		Milho	3.896,1	0,07	0,05	0,29	0,13	79,10	25,32	0,6	0,6	47,50	15,192
		Algodão	308,4	0,03	0,05	0,16	0,06	1,50	0,925	0,6	0,6	0,9	0,555
PEDRA BRANCA	55,38	Feijão	5.482,6	0,03	0,06	0,20	0,01	32,90	3,290	0,2	0,2	6,58	0,658
		Milho	6.977,8	0,07	0,05	0,29	0,13	141,65	45,36	0,2	0,2	28,33	9,072
		Algodão	166,1	0,03	0,05	0,16	0,06	0,80	0,50	0,2	0,2	0,16	0,1
TOTAL GERAL	-	-	19.745,9	-	-	-	-	273,6	77,2	-	-	94,2	26,7

^a - Percentual dos municípios na bacia hidrográfica do açude Serafim Dias. O percentual de 0,11% é equivalente ao entorno (1 km) em relação ao Município de Mombaça.

^b - Área plantada, em ha, na abrangência da bacia hidrográfica, de acordo com o Perfil Básico Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2005.

^c - O coeficiente de retenção de nutrientes por cultura (UFC, 1993).

^d - Taxa de perda média para o Milho é de N (26-32%) e P (6-20%); Algodão N (16%) e P (6%) de acordo com Malavolta & Dantas (1980) e para o Feijão é de N (16-25%) e P (0,7-1,4%) conforme Vollenweider (1968).

^e - A variação da carga média total de nutrientes por cultivo, baseou-se na equação: $CMT = AP \times CRN \times VPN$.

^f - Os valores do fator de atenuação estão dispostos na tabela 01, em anexo, e variam de acordo com a distancia em raio para o corpo hídrico.

^g - O cálculo da carga de nutrientes que chega ao reservatório foi realizado através da equação: $CR = CMT \times AT$.

3.2.1.1. RESENHA FOTOGRÁFICA

IDENTIFICAÇÃO:

► Campo de 04 a 06 de Setembro de 2006 (Bacia Hidráulica)

1) Cultura de vazante Forragem (Sorgo) e Feijão, margem esquerda, comum em todo o entorno do reservatório.

2) Cultura de vazante (Batata), margem esquerda, comum em todo o entorno do reservatório.

3) Cultura de vazante Forragem (Sorgo) e captação, comum em todo o entorno do reservatório, margem esquerda.

4) Cultura de vazante (Milho), margem direita, comum em todo o entorno do reservatório.

5) Cultura de vazante Forragem (Capim Elefante) e Feijão, margem direita, comum em todo o entorno do reservatório.

6) Margem esquerda, captação e irrigação por aspersão.

7) Cultura de vazante (Feijão), com irrigação por aspersão margem esquerda.

8) Cultura de vazante (Milho), margem direita, comum em todo o entorno do reservatório.

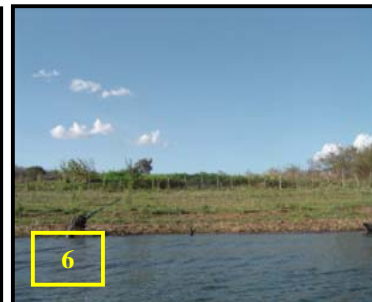
► Campo de 18 a 21 de Setembro de 2006 (Bacia Hidrográfica)

9) Extrativismo vegetal (Jurema Preta) em Santa Cruz do Banabuiú, muito comum na região.

10) Agricultura de sequeiro (Milho) no Distrito de Santa Cruz do Banabuiú.

11) Desmatamento acentuado no Distrito de Capitão-Mor, para o cultivo de sequeiro, muito comum na região da bacia hidrográfica.

12) Desmatamento acentuado no Distrito de Capitão-Mor, para o cultivo de sequeiro e pastagem.



3.2.2. PECUÁRIA (ESTIMATIVA DE CARGAS DE NUTRIENTES)

MUNICÍPIO	(%) ^a	TOTAL DE CABEÇAS POR TIPO DE REBANHO ^b		PROD. DE DEJ. (kg /dia /cabeça)	VOLUME TOTAL DE DEJETOS (ton.ano ⁻¹) ^c	CARGA TOTAL BRUTA (ton.ano ⁻¹) ^d				FATOR DE ATENUAÇÃO ^e		CARGA RESERVATÓRIO (ton.ano ⁻¹) ^f	
						N		P		N	P	N	P
						Coef.(%)	Total	Coef.(%)	Total				
MOMBAÇA	0,11	Bovino	4.458	10	16.272	0,6	97,63	0,35	56,95	1	1	97,63	56,95
		Suíno	2.360	2,5	2.153	0,5	10,76	0,3	6,46	1	1	10,76	6,46
		Caprino /Ovino	4.902	1	1.789	1,4	25,05	0,5	8,94	1	1	25,05	8,94
		Galináceos	13.591	0,18	893	1,2	10,72	1,3	11,61	1	1	10,72	11,61
	41,67	Bovino	16.887	10	61.637	0,6	369,82	0,35	215,73	0,6	0,6	221,89	129,44
		Suíno	8.940	2,5	8.158	0,5	40,80	0,3	24,47	0,6	0,6	24,48	14,68
		Caprino /Ovino	18.568	1	6.777	1,4	94,88	0,5	33,88	0,6	0,6	54,93	20,33
		Galináceos	51.487	0,18	3.383	1,2	40,60	1,3	43,98	0,6	0,6	24,36	26,40
PEDRA BRANCA	55,38	Bovino	15.506	10	56.597	0,6	339,58	0,35	198,10	0,2	0,2	67,92	39,62
		Suíno	7.293	2,5	6.655	0,5	33,27	0,3	19,96	0,2	0,2	6,65	3,99
		Caprino /Ovino	21.676	1	7.912	1,4	110,77	0,5	39,56	0,2	0,2	22,15	7,91
		Galináceos	62.025	0,18	4.075	1,2	48,90	1,3	52,97	0,2	0,2	9,78	10,59
TOTAL GERAL		227.693	-	176.301	-	1.222,8	-	712,6	-	-	576,3	336,9	

^a - Percentual dos municípios na bacia hidrográfica do açude Serafim Dias. O percentual de 0,11% é equivalente ao entorno (1 km) em relação ao Município de Mombaça.

^b - Tipo de rebanho e quantidade de animais criados por município na abrangência da bacia hidrográfica do Serafim Dias, de acordo com a Produção Pecuária Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2004. A exceção dos dados de Bovinos, Caprinos e Ovinos que estão de acordo com a Secretaria de Agricultura de Pedra Branca (2006).

^c - Obtido através da multiplicação da quantidade de cabeças de determinado animal pela quantidade de desejos produzida por dia. (VTD = R x PD x 365 / 1000).

^d - A carga total bruta é equivalente ao percentual de N e P presente nos dejetos dos animais (LACERDA *et al.*, 2005).

^e - Os valores do fator de atenuação estão dispostos na tabela 01, em anexo, e variam de acordo com a distancia em raio para o corpo hídrico.

^f - O cálculo da carga de nutrientes que chega ao reservatório foi realizado através da equação: CR = CTB x AT.

3.2.2.1. RESENHA FOTOGRÁFICA

IDENTIFICAÇÃO:

► Campo de 04 a 06 de Setembro de 2006 (Bacia Hidráulica)

- 1) Pecuária extensiva (Bovino) na margem esquerda do reservatório.
- 2) Pecuária extensiva (Bovino) na margem esquerda do reservatório - dessedentação.
- 3) Pecuária extensiva (Bovino) na margem esquerda do reservatório - dessedentação.

► Campo de 18 a 21 de Setembro de 2006 (Bacia Hidrográfica)

- 4) Pecuária Extensiva (Suíno) – Distrito de Manoel Correia em Mombaça.
- 5) Pecuária Extensiva (Caprino) – Distrito de Capitão-Mor em Pedra Branca.
- 6) Pecuária Extensiva (Caprino e Galináceo) – Distrito de Santa Cruz do Banabuiú em Pedra Branca.
- 7) Pecuária Extensiva (Caprino) – Distrito de Santa Cruz do Banabuiú em Pedra Branca.
- 8) Pecuária Extensiva (Bovino) – Distrito de Santa Cruz do Banabuiú em Pedra Branca.



3.2.3. SOLO (ESTIMATIVA DE CARGAS DE NUTRIENTES)

MUNICÍPIO	(%) ^a	CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA ^b		CONTRIBUIÇÃO DO SOLO (ton.ha.ano ⁻¹) ^c		CARGA TOTAL DE NUTRIENTES (ton.ha.ano ⁻¹) ^d				FATOR DE ATENUAÇÃO ^e		CARGA RESERVATÓRIO (ton.ha.ano ⁻¹) ^f			
						N		P				N		P	
		TIPO DE SOLO	ÁREA (ha)	Contr. do plantio	Contr. da mata	Plantio	Mata	Plantio	Mata	N	P	Plantio	Mata	Plantio	Mata
MOMBAÇA	0,11	Argissolos	3.996	16,11	159,12	0,8	8	2,3	22,3	1	1	0,8	8	2,3	22,3
	41,67	Chernossolos	67.189	6.391,3	2.403,5	319,6	120,2	894,8	336,5	0,6	0,6	191,8	72,1	536,9	201,9
		Luvisolos													
		Argissolos													
PEDRA BRANCA	55,38	Chernossolos	88.862	11.214,4	3.056,1	560,7	152,8	1570	427,8	0,2	0,2	112,1	30,6	314	85,6
		Luvisolos													
		Argissolos													
TOTAL GERAL			160.047	17.621,8	5.618,7	881,09	280,93	2.467,1	786,6	-	-	304,7	110,7	853,2	309,8

^a - Percentual dos municípios na bacia hidrográfica do açude Serafim Dias. O percentual de 0,11% é equivalente ao entorno (1 km) em relação ao Município de Mombaça.

^b - Tipo de solo e área de abrangência na bacia hidrográfica, com base no projeto RADAMBRASIL (1981) e no Mapa de Solos do Estado do Ceará na escala de 1:600.000. E modificado de acordo com o Novo Sistema de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999), onde: 1) Chernossolos = Brunizém Avermelhado; 2) Luvisolos = Bruno Não-Cálcico 3) Argissolos = Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico. Todos com textura média argilosa e de origem Metamórfica e Ígnea.

^c - As taxas de perda de solo em áreas com plantio é de 0,9 t/ha/ano e de mata com apenas 0,04 t/ha/ano de solo de acordo com Ross (2003). O cálculo foi baseado nas equações: $CSp = Ap \times 0,9$ e $CSm = Am \times 0,04$. E conforme a tabela abaixo:

Área de plantio (ha)	Área de mata (ha)
17,9	3.978,1
7.101,5	60.087,5
12.460,4	76.401,6

^d - Concentração de N (0,05%) e P (0,14%) presente no solo (RADAMBRASIL, 1981). O cálculo da carga total de nutrientes deu-se através das equações: $CTN = CSp \times \%Nut$ e $CTM = CSm \times \%Nut$.

^e - Os valores do fator de atenuação estão dispostos na tabela 01, em anexo, e variam de acordo com a distancia em raio para o corpo hídrico.

^f - O cálculo da carga de nutrientes que chega ao reservatório foi realizado através da equação: $CR = CTN \times AT$.

4. CONSOLIDAÇÃO DAS CARGAS ANUAIS DE NUTRIENTES

Em se tratando especialmente da região Semi-Árida nordestina, há que se ressaltar o problema relacionado à qualidade das águas que deverão abastecer uma grande população. O déficit hídrico dessa região produz uma taxa de evaporação anual média superior a 1,5 m de água (SILVA *et al.*, 1984). As águas dos mananciais são captadas e utilizadas pela população para diversos fins, tais como, lavagem de roupa e veículos, irrigação de culturas de subsistência e vazante, dessedentação de animais e consumo humano. Estes usos feitos de maneira indevida provocam a poluição dos corpos hídricos, sendo comuns na região problemas com esgotamento sanitário e disposição do lixo.

A emissão de nitrogênio e fósforo, na bacia hidráulica do açude Serafim Dias, é dominada pela pecuária e principalmente pelo rebanho bovino, com maior volume de dejetos e quantidade de cabeças. Embora o conteúdo de fósforo nos dejetos seja menor que o de nitrogênio, a perda para a atmosfera da amônia excretada pelos animais resulta em contribuição relativamente similar entre os dois nutrientes. A contribuição de N entorno de 144,16 ton.ano⁻¹ e de P com 83,96 ton.ano⁻¹. Esta atividade se dá de forma extensiva, onde os animais são soltos durante o dia e confinados a noite, ver tabela 03.

Tabela 03 – Consolidação da carga geral de nutrientes pelas diversas formas de uso da terra no entorno da bacia hidráulica do reservatório Serafim Dias.

Tipo de Uso	Nitrogênio		Fósforo	
	(ton.ano ⁻¹)	%	(ton.ano ⁻¹)	%
Esgotamento Sanitário	0,116	0,08	0,03	0,03
Agricultura	0,26	0,18	0,075	0,07
Pecuária	144,16	98,64	83,96	77,24
Solo	1,6	1,1	24,6	22,63
Total Geral	146,14	100	108,7	100

A viabilização do suprimento adequado de água em propriedades rurais do semi-árido, caso dos distritos da bacia hidrográfica do Serafim Dias dá-se com a possibilidade de cobrir as necessidades mínimas de água das famílias com água pluvial ou de carros pipas, mesmo em anos de estiagem severa, através de cisternas rurais (figura 02).



Figura 02A e B – Cisterna particular (distrito de Tróia em Pedra Branca) e pública (distrito de Boa Vista em Mombaça), abastecimento por meio pluvial ou carros pipa.

O abastecimento nos distritos se dá também através de adutoras do Projeto São José, o qual apóia os pequenos produtores e grupos comunitários, através de suas associações representativas, criando oportunidades de geração de emprego e renda para a população carente do meio rural (figura 03).

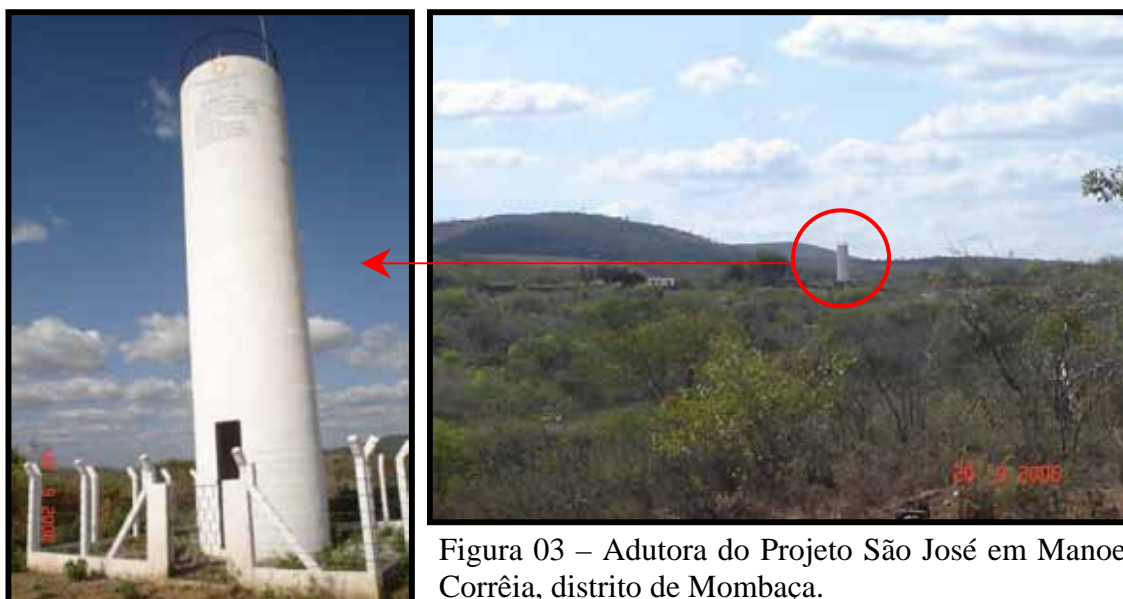


Figura 03 – Adutora do Projeto São José em Manoel Corrêia, distrito de Mombaça.

Os distritos ao longo da área estudada caracterizam-se pelo uso intensivo do solo e estão localizados estrategicamente conforme as características do meio físico e das vias de acesso. Aonde os povoadamentos rurais desenvolvem uma relação de produção subsistente, sendo verificados diversos problemas relacionados à ocupação desordenada e de degradação ambiental pelo agroextrativismo, com a extração de madeira para lenha e fabricação de cercas.

As atividades agropecuárias no semi-árido, geralmente, dominam a emissão de nutrientes pelas fontes difusas e são as maiores emittentes de material particulado (solo) que assoreia rios e reservatórios. A remoção da cobertura vegetal é fator determinante, pois acaba por alterar significativamente a cobertura do solo, ocasionando alterações no ciclo hidrológico, já que ocorre a diminuição da porcentagem de água infiltrada e o aumento no escoamento superficial. Conseqüentemente, aumentam-se a produção de sedimentos, ocorrendo alterações no solo, em função do empobrecimento de sua fertilidade, perdas por erosão e assoreamento dos cursos d'água. Isto ocorre, porque esta prática interfere no sistema solo-vegetação que de forma gradual re-alimenta o lençol freático, os riachos, os afluentes e o rio principal da bacia hidrográfica, no caso o rio Banabuiú. Isto promove a deterioração dos recursos hídricos, desencadeando uma série de conseqüências ambientais, sociais e econômicas de grandes proporções.

Os solos tem predominância na contribuição de fósforo para o reservatório de 1.138,4 ton.ano⁻¹. Já a pecuária detém um maior percentual na contribuição de nitrogênio de 52,51%, com cerca de 576,3 ton.ano⁻¹, ver tabela 04.

Tabela 04 – Consolidação da carga geral de nutrientes pelas diversas formas de uso da terra na bacia hidrográfica do reservatório Serafim Dias.

Tipo de Uso	Nitrogênio		Fósforo	
	(ton.ano ⁻¹)	%	(ton.ano ⁻¹)	%
Esgotamento Sanitário	13,88	1,26	4,43	0,3
Agricultura	94,17	8,58	26,70	1,8
Pecuária	576,3	52,51	336,9	22,4
Solo	413,2	37,65	1.138,4	75,6
Total Geral	1.097,5	100	1.506,4	100

Os principais processos edáficos que afetam a qualidade das águas são de natureza física, química e biológica. Dentre os processos físicos pode ser citada a compactação e a erosão acelerada, que resultam na degradação da estabilidade estrutural do solo. Este declínio tem implicações na erodibilidade do solo, nas taxas de transporte superficial e sub-superficial dos elementos químicos dissolvidos e nos sedimentos carregados para os cursos de água adjacentes. A perda da estabilidade estrutural do solo afeta a percolação da água das camadas superficiais para as camadas inferiores, afetando consequentemente a lixiviação dos agroquímicos para a água subterrânea (SHARPLEY & HALVORSON, 1994).

Por fim, pode-se registrar, também, que algumas lagoas naturais não têm suas condições ambientais conservadas, servindo como coletoras de esgoto doméstico, em detrimento da falta de saneamento local e gerando graves crises na saúde pública, que quando atreladas ao uso e ocupação desordenado do solo, originam áreas de risco, como no caso do distrito de Boa Vista em Mombaça e de Capitão-Mor em Pedra Branca.

Os principais processos que interferem na qualidade da água para abastecimento podem ser: a) eutrofização gerada pela produção em excesso de nutrientes pelas atividades antrópicas desordenadas (nitrogênio e fósforo) que ocasionam a elevação populacional de algas, principalmente nos reservatórios; b) irrigação que pode elevar os níveis de nitrato ou sua lixiviação para águas subterrâneas (PEREIRA & SIQUEIRA, 1979); c) salinização que é decorrente do manejo inadequado da água e das características climáticas e hidrogeológicas da região; d) contaminações: por agrotóxicos, metais pesados e dejetos (animais e humanos) e por efluentes domésticos. Assim, particularmente no semi-árido, pela água ser um recurso extremamente escasso deve-se tratar a mesma com maior relevância, sendo fundamental o monitoramento de sua qualidade e disponibilidade.

A maioria das doenças de veiculação hídrica notificadas nos PSF's (programas de saúde da família) distritais, através do consumo ou contato com água contaminada pela falta de tratamento adequado, dentre as doenças mais comuns, temos: gastroenterites, diarreia infantil, verminoses e doenças de pele. Com recorrência durante todo o ano, mas com agravante na quadra chuvosa. Isto implica em aumentos nos custos para reversão e/ou precaução, como gastos na saúde pública e conscientização dos moradores. Bem como, aumentos nos custos considerados irreversíveis: morte de pessoas e perdas de espécies vegetais/animais que são alteradas ou até extintas.

5.1. Classificação da Amostragem

Nº da AMOSTRAGEM	CLASSE					
	TROFIA	CONAMA	Num. Parâmetros	IRRIG.	POTAB.	Num. Parâmetros
21694	Eutrófico	CLASSE 2	2	C2	Potável	5
21848	Eutrófico	CLASSE 3	14	C2-S1	Impotável	27
21695	Eutrófico	CLASSE 2	2	C2	Potável	5
21742	-	CLASSE 4	1	-	Potável	2
21696	Eutrófico	CLASSE 2	2	C2	Potável	5
21697	Eutrófico	CLASSE 4	2	C2	Potável	5
21698	Eutrófico	CLASSE 4	2	C2	Potável	5
21699	Eutrófico	CLASSE 4	2	C2	Potável	5
21849	-	SEM CLASSE	0	-	Potável	1
21741	-	CLASSE 4	1	-	Potável	2
21700	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21701	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21702	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21703	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21850	-	SEM CLASSE	1	-	Potável	1
21740	-	CLASSE 4	1	-	Potável	2
21704	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21705	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21706	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
21707	Eutrófico	SEM CLASSE	2	C2	Potável	5
RESULTADO FINAL	EUTRÓFICO	SEM CLASSE	-	C2	IMPOTÁVEL	-

CONTAGEM

PONTO	ÍNDICE	VALOR	QUANT.
SRD-01	Trofia	Eutrófico	15
	CONAMA	CLASSE 2	3
		CLASSE 4	6
		CLASSE 3	1
		SEM CLASSE*	10
	Irrigação	C2	15
		S1	1

*Obs: SEM CLASSE se refere aos parâmetros que não se enquadraram no limite estabelecido pelo IQA.

Onde:

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
EUTRÓFICO	Corpos hídricos com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos.
CLASSE 2	a) Abastecimento doméstico após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário(natação, esqui aquático e mergulho); c) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; d) criação natural e/ou intensiva (aquiicultura).
CLASSE 3	a) Abastecimento doméstico após tratamento convencional (floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação); b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) dessedentação de animais.
CLASSE 4	a) Navegação; b) harmonia paisagística; c) usos menos exigentes.
C2	Água com salinidade média - Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade.
S1	Água com baixa concentração de sódio - Pode ser usada para irrigação, em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

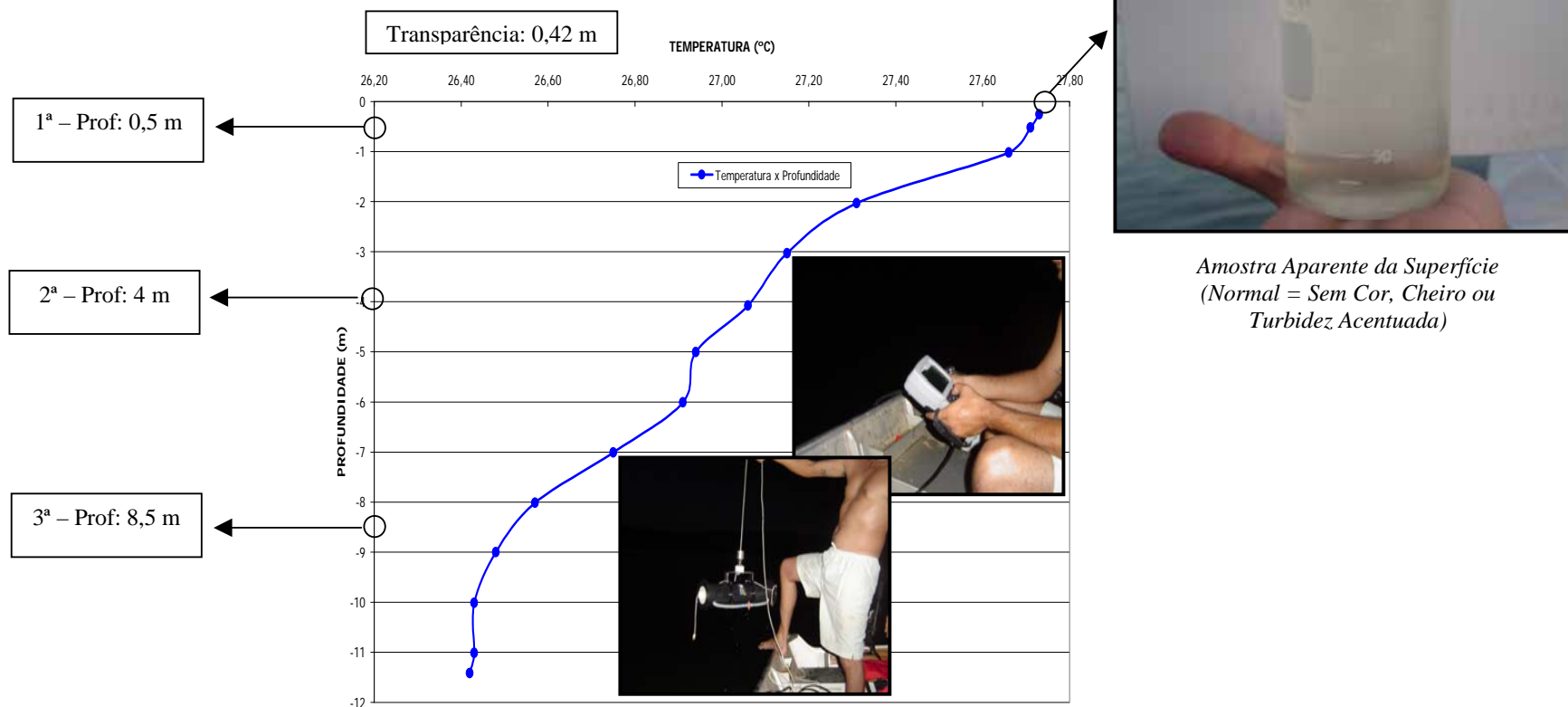


Figura 04 – Variação da temperatura de acordo com a profundidade, amostra aparente da água e equipamento utilizado para a perfilagem (Sonda) e coleta de água (Van Dorn) no ponto SRD-01 do açude Serafim Dias, em 04/09/2006.

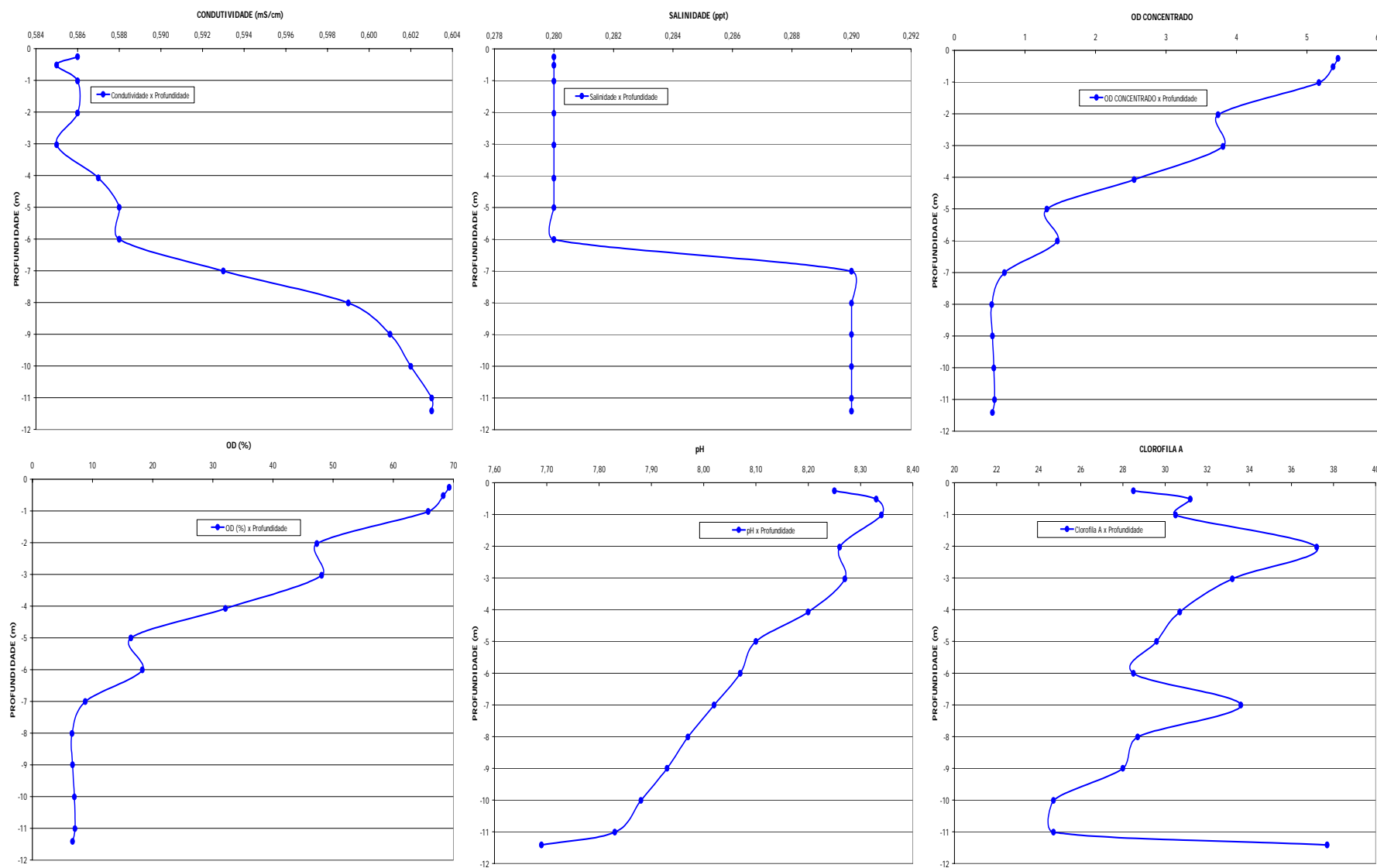


Figura 05 – Parâmetros medidos na coluna d'água por perfilagem, em três profundidades, no ponto SRD-01 do reservatório Serafim Dias, em 04/09/2006.

6. COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO

6.1. Evolução do Volume Armazenado

AÇUDE: Serafim Dias

Capacidade (m ³)	A.Inund. (ha)	V. Morto (m ³)	Cota (m)				
			Sangr.	T. Água	máxima	média	mínima
43.000.000	688	2.050.003	254,5	241,30	255,40	251,88	246,52

Volume Armazenado (m ³)			Volume Armazenado (%)			Profundidade média (m)			
máximo	médio	minimo	máximo	médio	minimo	máxima	maximorum	médio	minimo
43.000.000	29.777.746	9.915.371	100,00%	69,25%	23,06%	6,25	6,25	5,70	4,40

EVOLUÇÃO ANUAL

ANO	COTA MÉDIA	VOL. MÉDIO		PROF. MÉDIA	APORTE	T. RESID.	SANGROU ?	V.MORTO ?
	(m)	(m ³)	%	(m)	(m ³)	(mês)		
MÉDIA	251,76	29.188.796	0,68	5,66	61.156.098	38,58		
1997	253,85	39.428.768	91,7%	6,13	92.762.809	5,56	S	
1998	252,36	31.661.057	73,6%	5,88	4.412.585	116,94		
1999	250,45	21.681.091	50,4%	5,36	14.859.459	34,73		
2000	249,83	19.084.872	44,4%	5,19	7.955.996	64,86		
2001	248,13	14.204.846	33,0%	4,84	6.576.690	78,46		
2002	250,46	22.631.104	52,6%	5,4	21.315.728	24,21		
2003	252,97	34.987.506	81,4%	5,92	55.980.052	9,22	S	
2004	254,12	40.693.265	94,6%	6,14	301.831.404	1,71	S	
2005	253,63	38.326.650	89,1%	6,1	44.710.162	11,54	S	

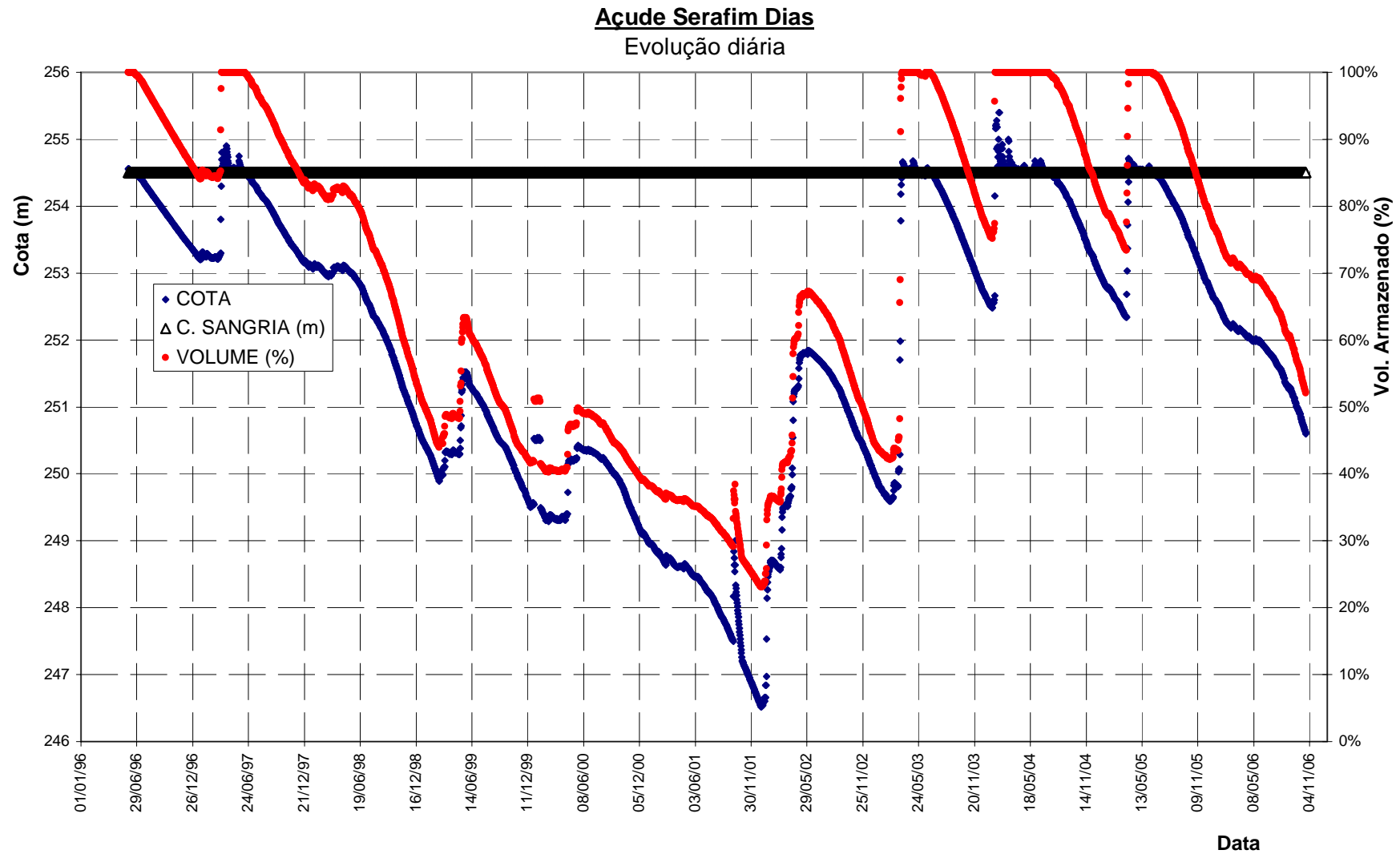


Figura 06 - Evolução diária anual do volume armazenado do açude Serafim Dias, de janeiro de 1996 a novembro de 2006.

7. CONSOLIDAÇÃO DO MONITORAMENTO QUALITATIVO

7.1. Estatística das Análises Realizadas

Período: 4/11/1998 4/09/2006

Parâmetro	Unidade	Máximo	Mínimo	Média	C. Var. (%)	N. Amostras
Alc. Hidróx.	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	4
Alc. Carb.	mg/L CaCO ₃	16,8	0	8,2	11,55	4
Alc. Bicarb.	mg/L CaCO ₃	162	92	125,4	2,29	4
Cálcio	mg/L Ca	54,4	34,6	41,75	2,09	4
Cloretos Lab.	mg/L Cl	101,7	64	76,5	1,36	19
Cor	uH	80	10	55	5,65	4
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	333	142,81	212	3,95	4
Ferro	mg/L Fe	0,12	0	0,063	8,09	4
Magnésio	mg/L Mg	21	11,29	16,32	2,59	4
Nitratos	mg/L NO ₃	0,06	0	0,015	20	4
Ortof. Solúvel	mg/L	0,43	0,1	0,313	5,9	3
Potássio	mg/L K	8,27	7,2	7,823	0,71	3
Sódio	mg/L Na	52,4	9,1	37,83	5,18	4
Sól. Dissolv. Totais	mg/l	346	294	318	0,82	3
Clorofila a Lab.	µg/L	59,7	47,7	53,7	1,58	2
pH Lab.	-	8,77	8,16	8,436	0,27	5
C. Elét. Lab.	mS/cm	0,66	0,382	0,526	1,43	13
Turbidez Lab.	NTU	15,9	2,87	7,725	7,7	4
OD Lab.	mg/L O ₂	9	0,42	5,964	5,76	5
Nitrogênio Amoniacal Lab.	mg/L NH _{3,4}	28,07	0	12,04	11,85	4
Contagem de Cianobactérias	Célula/mL	498.369	10.000	391.395	4,07	4
Contagem dos Demais Grupos	Célula/mL	1.222,1	116,8	518,9	9,64	4
Sulfatos	mg/L	4,6	1,1	2,85	8,68	2
Temperatura Água	°C	28,93	26,3	27,16	0,24	24
Nitrito	mg/L NO ₂	0,001	0	0	17,32	3
pH Sonda	-	9,15	7,69	8,21	0,4	23
C. Elét. Sonda	mS/cm	0,815	0,02	0,555	2,36	24
OD Sonda	mg/L O ₂	6,58	0,3	2,931	7,43	23
Temperatura Ambiente	°C	35	35	35	0	1
Salinidade	‰	0,26	0,02	0,071	13,91	9
Cloretos Sonda	mg/L Cl	0	0	0	0	1
Clorofila a Sonda	µg/L	38,3	16,9	30,13	1,8	16
Turbidez Sonda	NTU	33	5	16	9,33	3
DBO	mg/L O ₂	0	0	0	0	1
Colif. Termotolerantes	NMP/100ml	2,99	2,99	2,99	0	1

7.2. Síntese dos Resultados e Quantificações das Análises Realizadas

7.2.1 Estado Trófico

AMOSTR.	DATA	PONTO	PROF. (m)	Clorofila-a labor.			Clorofila-a sonda		
				$\mu\text{g/L}$	IET	CLASSE	$\mu\text{g/L}$	IET	CLASSE
15666	09/11/04	SRD-01	0,30	59,70	71,57	Eutrófica			
19817	25/10/05	SRD-01	0,50				16,90	58,92	Eutrófica
19627	08/05/06	SRD-01	0,50				38,30	67,12	Eutrófica

Clorofila-a labor.		Clorofila-a sonda	
CLASSE	QUANT.	CLASSE	QUANT.
Oligotrófica	0	Oligotrófica	0
Mesotrófica	0	Mesotrófica	0
Eutrófica	1	Eutrófica	2
Hipereutrófica	0	Hipereutrófica	0

7.2.2 Classe da água para irrigação

AMOSTR.	DATA	PONTO	PROF. (m)	CLASSE	SALIN.	SODIF.
8423	04/11/98	SRD-99	0,80	C2	C2	
8323	26/12/99	SRD-99	0,80	C1	C1	
12792	12/04/00	SRD-99	0,60	C2	C2	
4622	13/07/00	SRD-99	1,00	C2	C2	
11066	11/10/00	SRD-99	0,30	C2	C2	
4379	10/01/01	SRD-99	0,70	C2	C2	
5111	25/04/01	SRD-99	0,50	C2	C2	
1558	17/07/01	SRD-99	0,30	C2	C2	
5082	17/07/01	SRD-99	0,70	C3	C3	
9726	25/10/01	SRD-99	0,30	C2	C2	
9611	17/01/02	SRD-99	0,30	C2	C2	
9546	16/04/02	SRD-99	0,30	C2	C2	
12646	21/08/02	SRD-99	0,30	C2	C2	
14103	25/10/02	SRD-99	0,30	C2	C2	
15666	09/11/04	SRD-01	0,30	C2-S1	C2	S1
18385	25/10/05	SRD-01	0,30	C2-S1	C2	S1
19817	25/10/05	SRD-01	0,50	C2	C2	
19627	08/05/06	SRD-01	0,50	C2-S1	C2	S1

SALINIZAÇÃO			SODIFICAÇÃO		
CLASSE	QUANT		CLASSE	QUANT	
C1	1	5,56%	S1	3	100,00%
C2	16	88,89%	S2	0	0,00%
C3	1	5,56%	S3	0	0,00%
C4	0	0,00%	S4	0	0,00%
TOTAL	18	100%	TOTAL	3	100%

7.2.3 Classe CONAMA

AMOSTRAG.	DATA	PONTO	PROF. (m)	N	CONAMA
15666	09/11/04	SRD-01	0,30	22	CLASSE 4
18385	25/10/05	SRD-01	0,30	24	CLASSE 4
19817	25/10/05	SRD-01	0,50	7	CLASSE 2
19627	08/05/06	SRD-01	0,50	26	CLASSE 4
21694	04/09/06	SRD-01	0,25	5	CLASSE 2
21695	04/09/06	SRD-01	0,50	5	CLASSE 2
21696	04/09/06	SRD-01	1,00	5	CLASSE 2
21697	04/09/06	SRD-01	2,00	5	CLASSE 4
21698	04/09/06	SRD-01	3,00	5	CLASSE 4
21699	04/09/06	SRD-01	4,00	5	CLASSE 4

N: número de parâmetros na amostragem.

CLASSE	TOTAL	
ESPECIAL	0	0,0%
CLASSE 1	0	0,0%
CLASSE 2	4	40,0%
CLASSE 3	0	0,0%
CLASSE 4	6	60,0%
SEM CLASSE	0	0,0%
TOTAL	10	100%

RESTRIÇÃO	QUANT.
Nitrogênio Amoniacal Lab.	2
Contagem de Cianobacterias	1
Clorofila a Lab.	1
Nitrito	1
pH Sonda	1
OD Sonda	3
Cor	1

Onde:

CLASSIFIC.	DESCRIÇÃO
EUTRÓFICO	Corpos hídricos com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos.
CLASSE 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aquíicultura e à atividade de pesca; d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
CLASSE 2	a) Abastecimento doméstico após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário(natação, esqui aquático e mergulho); c) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; d) criação natural e/ou intensiva (aquicultura)
CLASSE 3	a) Abastecimento doméstico após tratamento convencional (floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação); b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) dessedentação de animais.
CLASSE 4	a) Navegação; b) harmonia paisagística; c) usos menos exigentes.
C1	Água com salinidade baixa - Pode ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade extremamente baixa
C2	Água com salinidade média - Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade.
C3	Água com salinidade alta - Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Mesmo nos solos com drenagem adequada, podem-se necessitar de práticas especiais para o controle da salinidade. Pode ser usada somente para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais
S1	Água com baixa concentração de sódio - Pode ser usada para irrigação, em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A plena caracterização do meio físico e social da bacia hidrográfica e hidráulica do açude Serafim Dias permitiu o estabelecimento de algumas conclusões quanto aos usos de seus recursos hídricos. Em termos quantitativos, foram determinadas e definidas as cargas de nutrientes a partir do conhecimento e levantamento das principais fontes de poluição difusa e pontual, que influenciam na aceleração do processo de eutrofização do reservatório comprometendo a qualidade de água para abastecimento. Isto se deu através do conhecimento da abrangência da área de drenagem, e vale lembrar que os principais resultados da caracterização quantitativa estimada das cargas de poluentes são valores anuais e que a região em estudo apresenta forte sazonalidade climática e, por consequência, um regime fluvial intermitente.

Em termos qualitativos, as características dos recursos hídricos superficiais no reservatório 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). Relativamente às Classes de Uso, de acordo com a contagem nas amostragens não houve enquadramento das águas na Classe CONAMA, devido a alguns parâmetros de qualidade não se estabelecerem nos limites previstos pelo IQA, mas de acordo com os resultados alcançados a água encontra-se inadequada (impotável) para abastecimento. No entanto, conforme os diversos tipos de usos identificados no entorno, na etapa de campo através do IVA, pode-se estabelecer que o respectivo corpo hídrico se enquadra na Classe 2. O comportamento hidrológico do açude Serafim Dias é bom, por ser recente (11 anos) e vem sangrando regularmente nos últimos 3 anos, onde para a irrigação a classificação dos parâmetros amostrados foi a C2, sem apresentar altos teores de salinidade.

No entanto, em função dos parâmetros de Clorofila a e de Contagem de Cianobactérias, estes apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos pela legislação e na maioria das 20 amostragens realizadas indicaram para a Classe de Trofia que o açude encontra-se eutrofizado, apesar de o IET utilizado não ser adequado para a região semi-árida.

A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. O grupo das Cianobactérias possui espécies potencialmente tóxicas e a ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana. De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, o número de cianobactérias na água do manancial, não deve exceder 50.000 células/mL. No caso, as amostras apresentaram contagem na superfície de 410.610 células/mL, cerca de 8 vezes mais que o permitido, onde de acordo com o técnico da CAGECE de Mombaça há a ocorrência freqüente de “esverdeamento” (floração de algas) da água no período de estio. A ETA nessa época tem problemas graves com os parâmetros de pH, cheiro e cor, devido à turbidez acentuada. Pode-se ainda relacionar esses índices às estimativas de cargas de nutrientes geradas pelas fontes de poluição ocorrentes no entorno e a montante do reservatório. Da carga gerada a montante tem-se que cerca de 75,6% do Fósforo deve ser proveniente dos solos degradados pelas áreas de plantio e 52,51% do Nitrogênio dos

dejetos dos rebanhos bovinos criados num regime de pecuária extensiva. No entorno do açude o domínio é da atividade pecuarista com cerca de 98,64% do Nitrogênio e de 77,24% de Fósforo produzidos ao ano.

Com todo esse quadro, a redução de contaminação dos recursos hídricos de superfície do reservatório com material oriundo da erosão de áreas utilizadas na produção agrícola e na pecuária depende da melhoria no manejo dos sistemas produtivos e de reflorestamento das margens (mata ciliar) que funcionam como filtros para evitar que o material transportado pelo escoamento superficial atinja os cursos d'água, entre outros. Além disso, os solos, sob as áreas cultivadas na região, onde os níveis altimétricos (declive) são amplamente favoráveis à lixiviação, torna o problema ainda maior, priorizando a necessidade de monitoramento da qualidade da água que abastecem as comunidades locais.

Um reservatório sem o adequado gerenciamento da qualidade e quantidade de suas águas, bem como a falta de adequadas políticas públicas de planejamento territorial regional, pode facilmente transformar-se em um vetor de problemas sócio-econômicos que se tornariam pior que a contaminação do leito do rio. É de se ter conhecimento, que a depuração natural em águas paradas, é mais lenta do que quando em corredeiras. A disponibilidade hídrica pode ser, em determinadas situações, o principal parâmetro da sustentabilidade de um espaço territorial. Portanto, ao se explorar os recursos naturais além da capacidade regenerativa e de absorção do ecossistema, ocasiona um desequilíbrio ambiental em longo prazo com reflexos negativos sobre a própria qualidade de vida da população local.

A necessidade de conhecer a qualidade e monitorar a poluição das águas superficiais prevê prioridades para a saúde humana, bem estar da população, da biota, das condições sanitárias e da qualidade dos recursos ambientais. A prevenção da contaminação de águas por poluentes requer a identificação dos principais contribuintes e o entendimento de como estes se comportam nos solos semi-áridos e atingem os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Conforme as características socioeconômicas da região de abrangência da bacia hidrográfica do açude Serafim Dias e das cargas de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) estimadas, devem ser observadas além da questão agropecuária, principalmente as medidas de saneamento básico dos distritos integrantes da bacia, destacando-se a destinação final dos resíduos sólidos e o tratamento de esgoto. Com isso, ações mais apropriadas e conscientes das prefeituras locais para gerenciar os recursos hídricos devem ser baseadas na legislação vigente, com a elaboração de um planejamento prévio que garanta a disponibilidade de água para o município, através do cadastro de usuários e poluidores. Promovendo, assim, a participação da sociedade na elaboração deste planejamento, para obter maior apoio na implementação do mesmo.

As campanhas de coleta seletiva do lixo são exemplos de instrumentos eficazes de ação, facilitando o manejo dos resíduos sólidos por parte da administração pública. O volume de lixo gerado pode ser compactado e armazenado para posterior reciclagem. Já o lixo orgânico, pode ser transformado em adubo para aproveitamento na agricultura. Quanto aos esgotos, para os distritos, em questão, seria essencial a implantação de um sistema de

esgotamento sanitário adequado com aproveitamento da rede de drenagem pluvial urbana para condução dos efluentes domésticos ou então de fossas sépticas para melhor retenção dos dejetos. Sendo importante, também, a preservação e o manejo de riachos e pequenos lagos, com a proteção e a recuperação da vegetação ciliar.

É fundamental a instrumentalização dos próprios municípios para lidar com a proteção dos recursos hídricos em escala local, como forma de dar suporte aos órgãos regionais de gestão. As decisões sobre a ocupação do solo, com base nos respectivos Planos Diretores e outros instrumentos, são tomadas no âmbito do município, onde a Agenda 21 torna-se importante para o fortalecimento local. Para o açu de Serafim Dias se faz necessária uma proposta de gestão municipal para garantir a qualidade da água para consumo humano, o que reforça a necessidade de incorporar as preocupações ambientais nas políticas públicas como ingrediente essencial na conquista do desenvolvimento sustentável.

Torna-se evidente, com a realização do Inventário Ambiental, a necessidade do levantamento das pressões ambientais no entorno e a montante do reservatório, para que se tenha uma visão geral dos tipos de uso da terra e o que estes estariam influenciando na qualidade da água. E de disponibilizar os dados levantados, em formato digital e na forma de banco de dados, oferecendo acesso rápido a informações atualizadas, padronizadas e precisas, tornando o processo de análise, planejamento e gerenciamento do espaço mais dinâmico. Onde o processo de tomada de decisão exige soluções rápidas e precisas para os problemas que envolvem um grande volume de dados e elevado grau de complexidade.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F. P. P. (1991). *Diagnóstico do Uso de Fertilizantes para o Incremento da Produtividade Agrícola no Ceará*. Governo do Estado do Ceará. Secretarias de Indústria e Comércio (SIC), Agricultura e Reforma Agrária (SEARA) e Planejamento e Coordenação (SEPLAN) - Fortaleza, 1991, 83 p.
- BOYD, C. E. *The limnological role of aquatic macrophytes and their relationship to reservoir management*. Washington American Fisheries Society Special Publication 8: 153-166p, 1971.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. – *Projeto RADAMBRASIL – Folha SA. 24*. Fortaleza – MME– 1981 – Rio de Janeiro.
- BRASIL. Ministério da Agricultura / Ministério do Interior. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará*. Recife, 1973. 301p. (Boletim Técnico, 28; Série Pedologia, 16).
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução N° 357 de 17 de março de 2005*, publicado no D.O.U. de 28/04/2005. Brasília – DF. Disponível em: www.conama.gov.br
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, - Brasília: EMBRAPA produção de informação: Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 1999.
- IPLANCE. *Anuário Estatístico do Ceará 2001*. CD-ROM, Fortaleza, 2001.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2004a. *Produção Pecuária Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2004*. (IBGE), Rio de Janeiro. Disponível no site: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z=t&o=20>
-

-
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2004b. *Produção Agrícola Municipal de Mombaça e Pedra Branca de 2004*. (IBGE), Rio de Janeiro. Disponível no site: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1612>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. *Censo Demográfico 2000*. (IBGE), Rio de Janeiro. Disponível no site: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1437>
- LACERDA, L. D. de & SENA, D. L. de. *Estimativas de Cargas de Nitrogênio, Fósforo e Metais Pesados de Interesse Ambiental para as Bacias Inferiores do Litoral do Estado do Ceará*. In: Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará. SEMACE, Fortaleza, 2005, 62 p.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. *Nutrição e adubação do milho*. In: Paterniani, E. (ed.). *Melhoramento e Produção do Milho no Brasil*. 2º ed., Fundação Cargill, São Paulo, p: 429-479, 1980.
- NOGUEIRA, S. F. *Balço de nutrientes e avaliação de parâmetros biogeoquímicos em áreas alagadas construídas para o tratamento de esgoto*. Dissertação (mestrado) Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, 2003. 137p.: il.
- PEREIRA, J. R.; SIQUEIRA, F. B. *Alterações nas características químicas de um oxissolo sob irrigação*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.14, n.1, p.189-195, 1979.
- 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, 1968, 192p.
- VON SPERLING, M. *Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2º ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, 1996, 243 p.
- RAMALHO, J. F. G. P.; SOBRINHO, N. M. B. A. *Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais*. Floresta & Ambiente, v.8, n.1, p. 120-129, 2001.
- ROSS, J. I. *Geografia do Brasil*. 4º ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2003.
- SILVA, A. M; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. *Erosão e Hidrosedimentologia em Bacias Hidrográficas*. São Carlos: RiMa, 2003, 140p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará*. Fortaleza, 1993, 248p.
- SILVA, J. X. da. *Geoprocessamento para Análise Ambiental*. Rio de Janeiro, 2001.
- SILVA, A. S et al. *Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais- dimensionamento, construção e manejo*. EMBRAPA-CPTASA, Circular Técnica nº. 12, 1984, 103p.
- SHARPLEY, A.N. & HALVORSON, A.D. 1994. *Management of soil phosphorus*. In *Soil processes and water quality*. R. Lal et B.A. Stewart ed. Lewis publ. CRC press pp. 7-91.
-

ANEXO

- **INVENTARIO AMBIENTAL DOS AÇUDES – IVA (Formulário e Manual de Preenchimento)**
 - **MAPA DE RECONHECIMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE SERAFIM DIAS (Escala de 1/20.000)**
 - **MAPA DOS PONTOS DE POLUIÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE SERAFIM DIAS (Escala de 1/100.000)**
-