



UFPB



UEPB



UERN



UESC



UFAL



UFSE



UFRN



UFS



UFPI

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA / UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE**

RUCELINE PAIVA LINS

LIMNOLOGIA DA BARRAGEM DE ACAUÃ E CODETERMINANTES
SOCIECONÔMICOS DO SEU ENTORNO: UMA NOVA INTERAÇÃO
DO LIMNÓLOGO COM SUA UNIDADE DE ESTUDO



**João Pessoa-PB
2006**

RUCELINE PAIVA LINS

**LIMNOLOGIA DA BARRAGEM DE ACAUÃ E CODETERMINANTES
SOCIECONÔMICOS DO SEU ENTORNO: UMA NOVA INTERAÇÃO DO
LIMNÓLOGO COM SUA UNIDADE DE ESTUDO**

Orientador: Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa

**João Pessoa – PB
2006**

RUCELINE PAIVA LINS

**LIMNOLOGIA DA BARRAGEM DE ACAUÃ E CODETERMINANTES
SOCIECONÔMICOS DO SEU ENTORNO: UMA NOVA INTERAÇÃO
DO LIMNÓLOGO COM SUA UNIDADE DE ESTUDO**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa

João Pessoa – PB

2006

RUCELINE PAIVA LINS

**LIMNOLOGIA DA BARRAGEM DE ACAUÃ E CODETERMINANTES
SOCIECONÔMICOS DO SEU ENTORNO: UMA NOVA INTERAÇÃO DO
LIMNÓLOGO COM SUA UNIDADE DE ESTUDO**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa - UEPB
Orientador

Prof. Dr^a. Renata Panosso - UFRN
Examinadora externa

Prof. Dr^a. Takako Watanabe
Examinadora interna

Dedicatória

Aos meus pais...

A vocês que tanto amo, fonte de minha inspiração e desejo de vencer, ofereço as mais singelas palavras como forma de sincero agradecimento. Uma música, um poema ou uma homenagem não são dignos de expressar o que por vocês sinto. A vocês, portanto, deixo apenas reticências... Pois tudo que vocábulos não conseguem dizer, os vossos corações serão capazes de interpretar...

Agradecimentos

Neste momento torno público meus sinceros agradecimentos:

À ti, Senhor, que me presenteou com a vida e me deu força e perseverança para superar as dificuldades. Que me mostrou o caminho e a ele conduziu, dedico a minha fé e esperança, o meu agradecimento por ter vencido mais esta etapa.

Ao querido amigo Prof. Dr. José Etham, pelo privilégio de tê-lo como orientador por sua competência e profissionalismo. Obrigada pela confiança na minha capacidade de trabalho, compreensão e principalmente pela ajuda nos momentos mais difíceis.

As professoras Dr. Renata Panosso e Takako Watanabe, por aceitar o convite de participar da banca examinadora.

À Prof. Dr^a. Takako Watanabe pelas horas de atenção em todos os momentos necessários.

À Prof^a Dr. Cristina Crispim (Cris), pela liberação das minhas atividades nas dependências do Laboratório de Ecologia-DSE/CCEN/UFPB e também por mostrar-se disposta a ajudar sempre que necessário.

Ao Prof. Dr. Roberto Sassi, por permitir o uso das instalações do Laboratório de Microplâncton – NEPREMAR/UFPB.

Às professoras Dr^a Maristela Andrade e Maria Regina, respectivamente coordenadora e vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela eficiência na condução do curso.

À Prof. Dr^a Maria Aparecida Cardoso (Cidinha), pela ajuda na elaboração dos questionários.

À todos os professores do PRODEMA pelos conhecimentos transmitidos e pelas horas agradáveis de convivência.

À Hélia, exemplo constante de competência, meu muito obrigada por tudo.

À Rodrigo, que se mostrou um grande incentivador durante toda esta caminhada. Obrigada pelo carinho, apoio e compreensão constante.

À Saulo, pela ajuda na normatização do trabalho.

À Beto e Creuza, pelo belíssimo trabalho na arte das capas.

Aos amigos do PRODEMA: Nadja, Sylvia, Tarcisio (Tata), Raphael, Jorge, Juliana, Vânia, Jônica e Rogério.

À Luciano, que mesmo distante mostrou-se presente nos momentos que mais precisei.

Aos mais novos amigos Janielly, Gilberto, Aluska e Gabriela pela incansável ajuda na aplicação dos questionários.

À Galera do Laboratório de limnologia: Cris, Jane, Chico, Hênio, Glécia, Fabiana, Creuza, Léo, Randolpho, Carol, Ana Karla, Darlan Artur, Felizardo, Hugo, Fabiano, Clarice e Flávia. Pelas presenças constantes e pelos momentos de descontração nas horas mais cansativas.

Aos meus amigos Rogério, Jaqueline, Robson, Flávio e Ana Katarina, pela amizade surgida e pelos momentos de descontração proporcionados pelas vossas contagiantes alegrias.

Ao amigo Daniel, pelo apoio nas coletas de campo que foram tão cansativas, porém prazerosas.

A Roberto, pela constante ajuda, sempre que necessária.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de Mestrado.

Aos moradores das comunidades de Cajá e Melancia, meu eterno reconhecimento pela sempre gentil e solícita acolhida em seus lares, para passar informações e retratar suas alegrias, dores e sentimentos, com simplicidade e veracidade.

Aos meus irmãos, Rilávia Nayara e Orlando Júnior, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, obrigada pelo carinho e apoio constante.

Aos meus tios Edvaldo Paiva e Fátima Paiva por todo apoio dedicado durante todas as fases do mestrado. Fico feliz ao saber que encontro em vocês um ponto de apoio constante.

Enfim a todos que contribuíram de forma direta e indireta na elaboração deste trabalho.

“Uma águia nunca voa só, vive e voa sempre em pares... O ser humano –águia é como um anjo que caiu do seu mundo angelical. Ao cair, perde uma de suas asas. Com uma só asa não pode mais voar. Para voar tem que se abraçar a outro anjo que também caiu e perdeu uma asa. Em sua infelicidade, os anjos caídos mostram-se solidários. Percebem que podem ajudar-se mutuamente. Para isso, devem abraçar-se e complementar suas asas. E só assim, abraçados e juntos, com a asa de um e de outro, podem voar. Voar alto rumo ao infinito do desejo...”

(Leonardo Boff)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

GERAL.....13

REFERÊNCIAS..... 16

CAPÍTULO I: Dinâmica espaço-temporal de codeterminantes limnológicos do reservatório de Acauã, trópico Semi-Árido Paraibano.

..... 20

1. Resumo21

2. Abstract.....23

3. Introdução.....25

4. Área de estudo27

5. Materiais e métodos28

6. Resultados.....30

7. Discussão49

8. Referências.....56

CAPÍTULO II: Atributos da comunidade fitoplanctônica nas escalas espaço-temporal do reservatório de Acauã, trópico Semi-Árido Paraibano.

..... 61

1. Resumo62

2. Abstract.....64

3. Introdução.....66

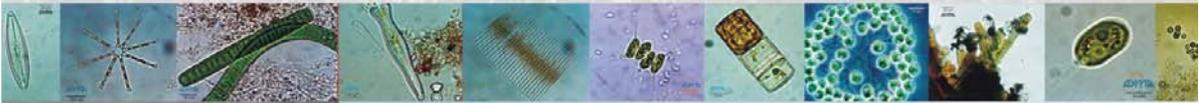
4. Área de estudo68

5. Materiais e métodos69

6. Resultados e discussão.....72

7. Referencias.....	91
CAPÍTULO III: Impactos socioeconômicos da construção do reservatório de Acauã sobre as comunidades de Cajá e Melancia.	96
1. Resumo	97
2. Abstract.....	98
3. Introdução.....	98
4. Área de estudo	101
5. Considerações Metodológicas.....	103
6. Resultados e discussão.....	105
7. Conclusão.....	128
8. Referências.....	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS	Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE	134

INTRODUÇÃO GERAL



10:50:2PM

Desde os primórdios de sua existência, o homem, como qualquer outra espécie habitante do planeta, interage com o ambiente à sua volta, modificando-o e transformando-o de acordo com suas necessidades. Os resultados dessas ações são facilmente perceptíveis ao longo de toda a biosfera e podem trazer grandes danos ao ambiente.

Segundo Cunha & Guerra (1999), qualquer atividade humana causa impactos ambientais muitas vezes irreparáveis. Entre os impactos causados pela ação do homem sobre os ecossistemas naturais, destaca-se a construção em ritmo e escalas crescentes, de reservatórios de água. Esses são ecossistemas artificiais de grande importância ecológica e econômica. Sua construção constitui provavelmente um dos mais expressivos exemplos de pressão e capacidade de interferência que o homem exerce sobre a natureza (TUNDISI, 1988). Segundo Tundisi (1992), a proliferação desses reservatórios e as grandes dimensões assumidas por esses ecossistemas artificiais têm produzido inúmeras alterações nos sistemas hidrológicos, atmosférico, biológico e social nas regiões em que são construídos e nas áreas por eles atingidas.

Para Baxter (1977) *apud* Costa, Araújo & Chellapa (1998) represar um rio significa transformar um ambiente lótico em lêntico. A construção de barragens com a conseqüente formação de grandes lagos produz alteração no ambiente aquático e também no ambiente terrestre adjacente.

As grandes barragens têm profunda interferência nos sistemas hidrográficos da bacia em que são introduzidos e o novo ecossistema daí resultante constitui uma unidade complexa, cujo estudo é de grande valor teórico e aplicado. Segundo Bibian *et al.*, (2000), o barramento de um rio, com conseqüente formação de um reservatório, produz alterações marcantes nas condições físicas, químicas e biológicas da água, devido à retenção da água que anteriormente era transportada. A utilização múltipla das grandes massas d'água ali acumuladas depende de um manejo adequado, que só pode ser assegurado pelo conhecimento dos mecanismos que tem lugar nas represas envolvendo o meio ambiente interno e externo.

Em muitos países e em especial na América do Sul, os reservatórios são construídos para favorecer o desenvolvimento econômico da região e este fato, por vezes, induz a um melhor aproveitamento das áreas próximas.

A construção desses empreendimentos interfere significativamente na vida social de muitas regiões, pela necessidade de relocação de pessoas, alterando a estrutura do ambiente afetado. Todo ano milhões de pessoas no mundo são seriamente afetadas em seus modos de subsistência, suas culturas e no direito à moradia adequada em decorrência da construção de barragens.

De acordo com Vainer (1990), os atores sociais que historicamente decidiram sobre a formação de reservatórios, nos mais diversos locais e para os mais diversos fins – produção de energia, abastecimento, irrigação, recreação, entre outros – não foram os mesmos que sofreram as conseqüências negativas do processo.

Ao provocar a inundação de extensas áreas, que geralmente são territórios habitados por populações humanas ou utilizados para seu provimento, reservatórios em formação deslocam as pessoas, as obrigam a alterar suas estratégias de vida social que estão condicionadas ao domínio do espaço, pois a construção de represas não se realiza sobre espaços desérticos e implica em conseqüentes destruições.

Uma análise histórica de Valêncio *et al.* (1999), do processo de ocupação do solo por megaempreendimentos hídricos permite observar que os interesses econômicos acabam sobrepondo-se aos interesses sociais locais. Isto foi verificado, por exemplo, no processo de inserção das Usinas Hidroelétricas de Barra Bonita e Jurumirim, no interior do Estado de São Paulo. Com a construção das mesmas houve problemas na estrutura demográfica e produtiva dos municípios que sofreram inundação, introduzindo-se um padrão econômico modernizado. A riqueza econômica cresceu, assim como a pobreza e a miséria. Isso leva a crer que as políticas dos recursos hídricos deveriam ser geradas com maior responsabilidade social do que, atualmente, demonstram ter.

A Comissão Mundial sobre Barragens (CMB), criada com o intuito de diminuir controvérsias associadas a construção de barragens e propor soluções, apresentou um relatório final de seus trabalhos no dia 16 de novembro de 2000. Nesse, concluiu que, enquanto se justifica a construção de barragens para fins de irrigação agrícola, uso doméstico ou industrial, geração de energia elétrica ou controle de inundações, o que elas têm gerado é cada vez menos riqueza, menos terras irrigadas e servido água em menor quantidade que o projetado. Concluiu ainda que as barragens têm gerado importantes efeitos destruidores sobre o meio ambiente, alterando e modificando o fluxo

dos rios e mudando em cerca de 46% as vidas aquáticas originais pelo mundo, bem como afetado a acessibilidade à água potável em decorrência de processos de sedimentação. Entretanto, nas regiões semi-áridas, os reservatórios artificiais são de extrema importância, em decorrência da escassez de água, o que torna a construção de reservatórios muito intensa (RELATÓRIO DE BARRAGENS EM DESENVOLVIMENTO, 2000).

Devido ao caráter efêmero dos recursos hídricos do nordeste brasileiro, a construção de açudes passou a ser uma das estratégias utilizadas pelos governantes para aumentar a disponibilidade de água na região, porém apesar da grande quantidade, pouco se conhece sobre as qualidades físicas, químicas e biológicas de suas águas (BARBOSA, 2002).

Igualmente são raras as informações básicas que possam fornecer elementos confiáveis para verificação dos efeitos de uma provável poluição que os cursos d' água estejam sofrendo, devido a problemas ligados ao crescimento demográfico, urbanização e desenvolvimento da região (WATANABE *et al.*, 1990).

A ocupação demográfica desordenada e a falta de infra-estrutura de saneamento básico na maior parte dos municípios brasileiros, principalmente na região nordeste, tem sido apontados como os principais fatores responsáveis pela degradação dos ecossistemas aquáticos (FERNANDES, 2001).

O monitoramento limnológico da qualidade da água constitui uma importante ferramenta de gestão ambiental, pois no atual estágio de desenvolvimento empreendido pelos seres humanos, tem-se observado uma intensa deterioração da qualidade das águas em grande parte do nosso planeta. Considerando a limitação dos recursos hídricos, a situação é muito preocupante, pois, embora a água seja um recurso renovável por meio do ciclo hidrológico, constata-se a ocorrência de processos poluidores que comprometem gravemente a fração da água passível de utilização (FREITAS, 1999).

A presente pesquisa, realizada com a finalidade de produzir conhecimentos que venham a engendrar novos valores ao plano de desenvolvimento sustentado dos recursos hídricos da Paraíba, bem como de conhecer melhor os processos dinâmicos de um ecossistema aquático localizado no trópico Semi-árido, trouxe como resultado

final à elaboração de três capítulos. O primeiro capítulo intitulado: Dinâmica espaço-temporal de codeterminantes limnológicos do reservatório de Acauã, trópico Semi-árido Paraibano, teve como proposta fornecer uma base de dados de variáveis limnológicas que contemplem a análise de flutuação temporal em escala anual e espaciais nos planos horizontal e vertical, bem como caracterizar os estágios de evolução trófica do reservatório, tendo o índice de estado trófico como discriminador ambiental. O segundo capítulo intitulado: Atributos da comunidade fitoplanctônica nas escalas espaço-temporal do reservatório de Acauã, trópico Semi-Árido Paraibano, teve como finalidade apresentar informações sobre a ecologia do fitoplâncton de um reservatório localizado em uma região semi-árida da Paraíba e dessa forma contribuir com o entendimento e avanço da limnologia no Estado da Paraíba, uma vez que estudos limnológicos voltados à comunidade fitoplanctônicas dos reservatórios do Nordeste ainda são escassos, principalmente quando adotam períodos de longa duração contemplando as múltiplas escalas de espaço e tempo. O terceiro capítulo intitulado: Impactos socioeconômicos da construção do reservatório de Acauã sobre as comunidades de Cajá e Melancia buscou examinar, através de indicadores associados com a saúde, renda familiar, atividade de trabalho e nível de escolaridade, os principais impactos socioeconômicos sobre as populações deslocadas em função da construção do reservatório de Acauã, o qual foi responsável pelo deslocamento de um grande número de pessoas residentes na área de influencia física do referido reservatório.

REFERÊNCIAS

BALAZOTE *et al.* **Piedra del Aguilla y el impacto ambiental social de las grandes represas.** Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 1991.

BARBOSA, J. E. de L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido paraibano.** São Carlos – SP, 2002. Tese de Doutorado, Departamento de ecologia e recursos naturais, Universidade Federal de São Carlos, 208p.

BIBIAN, J.P.R.; FUJITA, D.S.; MORETTO, Y.; BUBENA, M.R.; TAKEDA, A.M.; AMARO, C.L.; TAKAHASHI, E.M. Variação espaço-temporal dos grupos bentônicos na área de influência da UHE Corumbá GO. (1998-2000) In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 8, João Pessoa, 2001. **Resumos**, João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Limnologia, 2001, p.77.

COSTA, I.A.S., ARAÚJO, F.F. & CHELLAPA, N.T. Estudo do fitoplâncton da Barragem Engenheiro Arnaldo Ribeiro Gonçalves, Assu/RN. **Acta Limnológica Brasiliensia**, vol.10, nº. 1. p.67-80. 1998.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. T. **Avaliação e Perícia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 266p.

FERNANDES, V.O. Caracterização ecológica e sanitária dos rios Sarapuí, Iguaçu e Pavina-Meriti, baixada Fluminense, RJ. In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 8, João Pessoa, 2001. **Resumos**, João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Limnologia, 2001, p. 30.

FREITAS, M.A.V. **O estado das águas no Brasil.** Brasília, DF: ANEEL, SIH, MMA, SRH, MME, 1999.

RELATÓRIO BARRAGENS EM DESENVOLVIMENTO – **UM NOVO MODELO PARA TOMADA DE DECISÕES, COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS.** 2000. Disponível em [http:// www.dams.org](http://www.dams.org). Acesso em: 21 de janeiro de 2005.

TUNDISI, J. G. Ambientes, Represas e Barragens. In: **Ciência Hoje**, 1992. Pág. 40 - 46.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA – TUNDISI, T.; HENRY, R. ROCHA, O.; HINO, K. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: TUNDISI, J. G. (Org). **Limnologia e manejo de represas.**

Vol. 1. São Paulo: Academia de Ciências, 1988, p. 165 – 203 (Série Monografias em Limnologia).

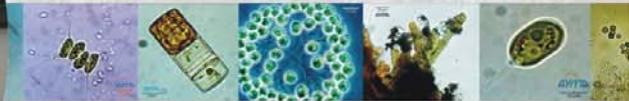
VAINER, C. **Grandes Projetos e organização territorial**. In: Margulis, S. Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e econômicos. Rio de Janeiro, 1990. IPEA. 232p.

VALÊNCIO, N. F. L. S. *et al.* O papel das hidroelétricas no processo de interiorização paulista: o caso das usinas hidroelétricas de Barra Bonita e Jurumirim. In: HENRY R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDBIO-FAPESP, 1999, p: 185 a 218.

WATANABE, T.; LIMA, M. A. M.; MACHADO, V. M. N.; PAZ, R. J. Caracterização limnológica do Rio Gramame. João Pessoa (PB), Brasil: Variáveis ambientais. **Acta Limnológica Brasiliensia**, vol. 3, p.363-389. 1990.



CAPÍTULO I



Dinâmica espaço-temporal de codeterminantes limnológicos do reservatório de Acauã, trópico Semi-Árido Paraibano.

LINS, R. P.¹ & BARBOSA, J. E.²

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

E-mail: rucelinelins@pop.com.br

²Professor Titular do Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba/UEPB.

E-mail: ethambarbosa@hotmail.com

1. Resumo

O propósito maior deste trabalho foi o de descrever as variações de codeterminantes limnológicos nas escalas temporal (mensal) e espacial (vertical/horizontal) do reservatório de Acauã, diagnosticando seu atual estágio de evolução trófica. Para tanto foram realizadas amostragens mensais no período de agosto de 2004 a julho de 2005. Estas foram realizadas em seis pontos distribuídos de modo a se representar todos os compartimentos do reservatório. Na zona de barragem as coletas foram realizadas na sub-superfície, 75%, 50% 1% de penetração de luz e no fundo; nos demais pontos realizaram-se apenas na superfície. As variáveis analisadas foram: volume do reservatório, precipitação pluviométrica, temperatura da água, transparência, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade, NH_3 , NO_3 , NO_2 , fósforo total e ortofosfato. Para o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET), foi utilizado as concentrações do fósforo total, da clorofila *a* e os dados de transparência da água. Para sumarização da variabilidade do reservatório, estatisticamente os dados foram tratados através de Análise de Componentes Principais. Ao se analisar a amplitude de variação da matriz de dados obtida observa-se que a maior fonte de variabilidade das características limnológicas foi a temporal/mensal em detrimento da espacial vertical/horizontal em função, principalmente, das chuvas que discriminou dois períodos climáticos característicos, o seco e o chuvoso. Apesar da relativa homogeneização da estrutura espacial do reservatório, o perfil vertical da zona de barragem apresentou maior significado ambiental que a estrutura horizontal, apresentando micro-estratificações que influenciaram no perfil clinogrado do oxigênio e águas mais alcalinas nas camadas superficiais. A estrutura óptica caracterizou-se por apresentar elevada transparência da água e zona eufótica extensa. A condutividade elétrica foi considerada alta e se ampliou com o aumento das chuvas, a exemplo nitrogênio que foi 2,2 vezes em média maior no período chuvoso em relação ao período seco. O íon nitrato foi à forma predominante e assim como o fósforo total os maiores valores foram encontrados com o aumento da profundidade do reservatório. A análise de componentes principais

discriminou o sistema temporal com base nos períodos hidrológicos e variáveis hidrodinâmicas. Em relação ao IET considerando a classificação em função da clorofila e do fósforo total, o ambiente para todos os meses e estações de coleta, é considerado de eutrófico a hipereutrófico, fato que reflete a influência da sub-bacia do Bodocongó, rica em nutrientes por drenar as descargas de efluentes domésticos, agrícolas e industriais do compartimento da Borborema. O elevado teor de carbonato de cálcio em suas águas também reflete a condição salina de sub-bacias tais como a do Taperoá, Monteiro e Namorados. Neste contexto, o reservatório de Acauã, por ser o barramento final de uma cascata de sub-bacias do Paraíba, sintetiza as informações das principais funções de força que caracterizam os ambientes a montante de sua bacia hidráulica.

Palavras-chave: reservatório, eutrofização, caracterização limnológica.

2. Abstract

The main objective of this dissertation is to describe the limnological co-determinatives variations in temporal (monthly) and spatial (vertical/horizontal) scales of the Acauã reservoir by diagnosing its current trophic state. Monthly samples were collected and analyzed between August 2004 and July 2005. They were collected in six different regions of the reservoir in order to represent all of its compartments. The samples in the dam zone were collected at different levels of light penetration: 75%, 50% and 1% from the water surface, and at the bottom; and in the other regions water was sampled just about the water surface. The analyzed variables were volume, rainfall rate, temperature, pH, electric conductivity, dissolved oxygen, alkalinity, NH_3 , NO_3 , NO_2 , total phosphorus and orthophosphate. To calculate the Trophic State Rate, total phosphorus concentrations, chlorophyll *a* and water clearness data were used. To establish the summarization of the reservoir variability statistically the data were analyzed through the Principal Component Analysis (PCA). By analyzing the amplitude of the matrix variation data, it was observed that the main source of variability of the limnological characteristics was temporal/monthly to the detriment of spatial-vertical/horizontal mainly due to the rain that determines the two characteristic climatic seasons, rainy and dry. Despite the relative homogeneity of the reservoir's spatial structure, the vertical profile in the dike zone presented a greater environmental significance than the horizontal structure and showed micro-stratifications that influence the clinograde profile of oxygen and more alkaline water in the surface. The optical structure showed a good level of transparency of the water and an extensive euphotic zone. The electrical conductivity is considered high and has increased with the rains, as the nitrogen that was 2,2 times high on the average during the rainy days in relation to the dry period. The nitrate ion was predominant as well as the total phosphorus whose highest indicators were found in the deepest part of the reservoir. The principal component analysis distinguished the temporal system based on the hydrologic period and hydrodynamic variables. As for the Trophic State Rate and considering the classification according to the chlorophyll and

total phosphorus indicators, the lake environment is considered eutrophic to hypertrophic in every month and season of sampling. This fact shows the influence of the sub-basin of Bodocongó, which is rich in nutrients because it drains the in-coming waters of domestic, agricultural and industrial effluents of the Borborema region. The high rate of calcium carbonate in the lake shows the saline condition of the sub-basins such as Taperoá, Monteiro and Namorados. Thus, the analyses of Acauã reservoir summarize information about the main elements that characterize the environment around its hydraulic basin, since it is the dike for the sub-basins of Paraíba River.

Key words: reservoir, eutrophication, limnological characterization

3. Introdução

Os reservatórios são sistemas complexos e apresentam uma rede interativa de componentes estruturais, de funcionamento de organismos e de seu ambiente físico-químico. São ecossistemas submetidos a inúmeras funções de forças naturais e artificiais que determinam características dinâmicas ao ambiente. As mudanças nos mecanismos de funcionamento e qualidade das águas represadas desempenham importantes funções ecológicas, econômicas e sociais (PAGIORO, THOMAZ & ROBERTO, 2005).

Por serem parte de uma bacia hidrográfica, os reservatórios são receptores diretos e indiretos dos impactos e atividades que nela se desenvolvem, sendo os de natureza humana os mais agressivos.

A região semi-árida do Nordeste brasileiro é caracterizada por um conjunto de particularidades climáticas e geo-ambientais. A irregularidade das chuvas e as secas prolongadas acarretam problemas nas atividades econômicas, no meio físico e social. Como forma de minimizar esses efeitos a política de açudagem tornou-se a única estratégia de subsistência do sertanejo e de desenvolvimento regional. Em consequência, esses ecossistemas estão submetidos às condições geomorfológicas, climáticas e de uso e ocupação de suas bacias de drenagem.

O reservatório de Acauã constitui-se no terceiro maior reservatório de acumulação de água do Estado da Paraíba e foi construído com a finalidade de abastecimento humano de cidades localizadas na bacia do Médio Paraíba, além de servir de fonte de irrigação e pólo pesqueiro para o Baixo Vale Paraíba e na contenção das enchentes que assolam periodicamente as cidades localizadas a jusante da barragem. A população beneficiada está em torno de 621.974 habitantes (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1999).

Como todo grande empreendimento, a construção de Acauã, apresenta alguns problemas de cunho social, político e, principalmente, ambiental. Sua localização a jusante de uma região de aproximadamente 600 mil habitantes acarreta no recebimento

dos efluentes domésticos, agrícolas e industriais oriundos da bacia de drenagem do rio Bodocongó e seus tributários, o que tem comprometido a qualidade de suas águas e desenvolvido um acelerado processo de eutrofização no reservatório (MENDES E BARBOSA, 2004).

Este contexto de degradação ambiental culminou na ocorrência de alta biomassa de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis aeruginosa*, organismos potencialmente toxigênicos e que comumente está relacionado com casos de envenenamento animal e humano em todo mundo (MENDES, BARBOSA & WATANABE, 2003; BARBOSA & MENDES, 2005).

O propósito deste trabalho é fornecer uma base de dados de variáveis limnológicas que contempla a análise de flutuação temporal em escala anual e espacial nos planos horizontal e vertical, bem como caracterizar os estágios de evolução trófica do reservatório de Acauã, tendo o índice de estado trófico como discriminador ambiental.

4. Área de estudo

O reservatório de Acauã, formado pelo barramento do Rio Paraíba, principal bacia hidrográfica do Estado, está situada na porção inicial do Baixo Paraíba ($7^{\circ}27,5'3''S$ e $7^{\circ}28'31,4''S$ e as longitudes $35^{\circ}35'52,6''W$ e $35^{\circ}35'3,4''W$) (Figura 1), constitui-se no último barramento de uma série em cascata de açudes de médio e grande porte. Sua bacia hidráulica tem uma área de 1.725ha, abrangendo as zonas rurais dos municípios de Itatuba, Natuba e Aroeiras. Possui uma capacidade de $253.142,247m^3$ de acumulação e profundidade máxima de 53 metros. Segundo a classificação de Köpen, o clima é do tipo As' – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no outono e inverno. De acordo com as regiões bioclimáticas, o clima local é $3cth$ – mediterrâneo ou nordestino quente, com o período de estiagem durando de 4 a 5 meses e totais pluviométricos anuais variando de 700 e 900mm (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1999).

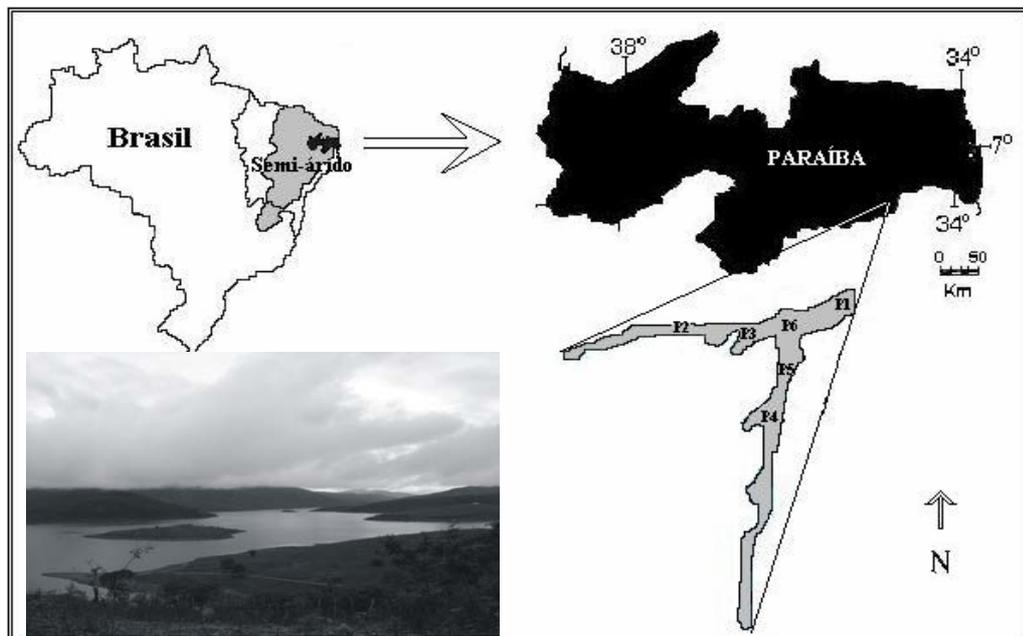


Figura 1: Mapa de localização das estações de coleta do Reservatório de Acauã e sua inserção na geografia regional.

5. Materiais e métodos

Foram realizadas amostragens mensais no período de agosto de 2004 a julho de 2005, com coletas em seis pontos geo-referenciados e distribuídos de modo a representar todos os compartimentos do reservatório: P1 (7°26'19,5"S 35°33'48,9"W) na zona de barragem; P2 (7°27,5'3"S 35°35'52,6"W) e P3 (7°27'0,6"S 35°35'23,3"W) no braço do rio Paraibinha; P4 (7°28'31,4"S 35°35'3,4"W) e P5 (7°27'45,2"S 35°34'53,1"W) no braço do rio Paraíba e P6 (7°26'58,4"S 35°34'48,8W) na confluência dos dois rios. Na zona de barragem as coletas foram realizadas na superfície, a 75%, 50% e 1% de penetração de luz e no fundo. Tais percentuais foram estimados a partir da extinção da luz na zona eufótica, medida através do disco de Secchi. Nos demais pontos as coletas realizaram-se apenas na superfície.

Os dados de precipitação pluviométrica (valores mensais) e do volume do reservatório foram fornecidos pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba – LMRS, PB. A temperatura da água, transparência, pH e condutividade elétrica, foram determinados no local usando termômetro de reversão, disco de Secchi de 30cm de diâmetro, medidor de pH digital portátil HANNA, modelo B – 213, e um condutivímetro digital portátil COLE - PALMER, respectivamente. O coeficiente de atenuação vertical (k), medida indireta da atenuação da radiação solar que penetra na água (HENRY, 1990), foi calculado a partir dos valores de transparência obtidos pelo disco de Secchi (POOLE & ATKINS, 1929) e do fator 2,7 (ESTEVES, 1998), estimou-se a extensão da zona eufótica. O oxigênio dissolvido foi determinado através do método de Winkler descrito em Golterman *et al.*, (1978).

Para as análises de nutrientes inorgânicos, as amostras foram filtradas com filtro de fibra de vidro Whatman GF/C de 47mm de diâmetro, colocadas em frascos de polietileno e congeladas para posterior análise. As amostras não filtradas foram utilizadas para determinar a concentração de fósforo total. A determinação das concentrações do íon amônio seguiu as técnicas descritas em Mackereth *et al.*, (1978),

o fósforo total, ortofosfato solúvel e nitrato, segundo o Standard Methods (APHA, 1995) e a alcalinidade seguiu as técnicas descritas em Golterman *et al.*, (1978).

Para o cálculo do IET foi utilizado o índice de Carlson (1977), modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. *et al.*, (1983). O índice considera a média ponderada de expressões formuladas a partir dos dados de transparência da água, fósforo total, e clorofila *a*. A classificação trófica segue o seguinte critério: oligotrófico $IET < 44$, mesotrófico $44 < IET < 54$ e eutrófico $IET > 54$.

O tratamento estatístico foi feito a partir da análise descritiva através da média aritmética como medida de tendência central. O grau de dispersão absoluto foi medido através do desvio padrão e como medida de dispersão relativa foi usado o coeficiente de variação de Pearson (CV). Com a finalidade de estabelecer o nível de significância dos valores obtidos para as diferentes estações de coleta, profundidades e épocas de amostragem, foram utilizadas técnicas de análise de variância de uma via (ANOVA) com nível de significância de 5% usando o programa estatístico InStat para Windows, versão 3.0. A análise fatorial de Componentes Principais (ACP), foi aplicada para os dados mensais e horizontais/verticais para explicar as principais tendências de variação da qualidade da água, possibilitando identificar os principais componentes responsáveis pela variação dos dados limnológicos do ambiente estudado. Esta análise baseou-se na metodologia de Kaiser (1958, 1960 *apud* Manly 1986), utilizando os *Eigenvalues* maiores que 1.0. O programa usado foi o Statistics 6.0.

6. Resultados

Em termos de precipitação pluviométrica (Fig. 2), a região caracterizou-se por dois períodos distintos: menores concentrações de chuvas registradas de agosto/04 a fevereiro/05 (período seco), e maiores índices de chuva entre os meses de março a julho de 2005 (período chuvoso). Estas influenciaram diretamente o volume do reservatório que apresentou redução gradual nos meses secos e aumentos progressivos com o aumento das chuvas ($r = 0,50$ $p < 0,05$).

Tanto as chuvas precipitadas quanto o volume do reservatório mantiveram estreita relação inversa com a temperatura da água ($r = -0,45$ e $r = -0,94$ $p < 0,05$, respectivamente), relativamente mais quentes no período seco ($\bar{x} = 28,6$ °C $CV = 4,1\%$) e menos quentes no período chuvoso ($\bar{x} = 27,8$ °C $CV = 5,0\%$). No eixo vertical (Fig. 3), o reservatório apresentou um perfil térmico com períodos de circulação (isotermia) nos meses de agosto a novembro de 2004 e maio a julho de 2005, e microestratificações detectadas de dezembro de 2004 a abril de 2005, com amplitudes médias de variação entre superfície e fundo de $1,7$ °C ($CV = 93\%$), relativamente maior que a amplitude de variação espaço-horizontal ($\bar{x} = 1,4$ °C $CV = 77\%$).

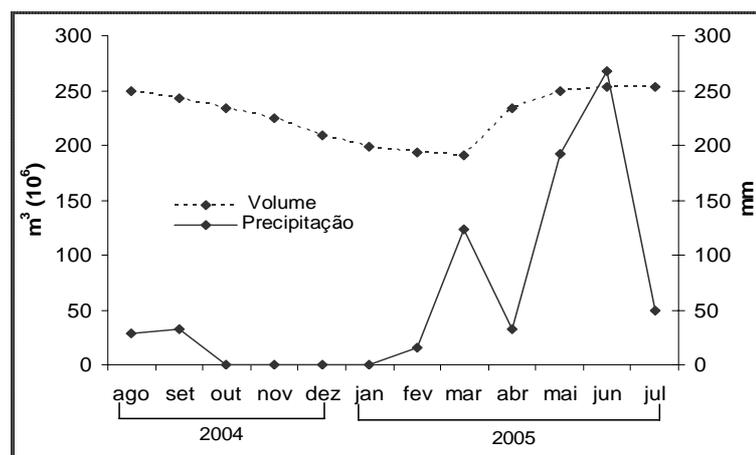


Figura 2: Variação mensal da precipitação pluviométrica e do volume de água no Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

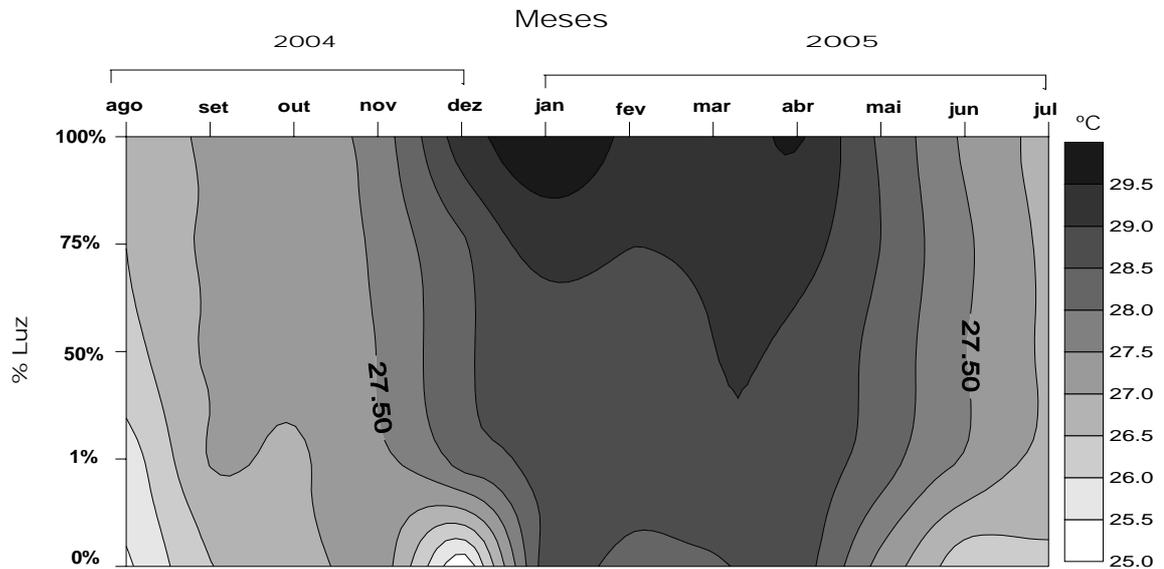


Figura 3: Perfil vertical da temperatura (°C) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

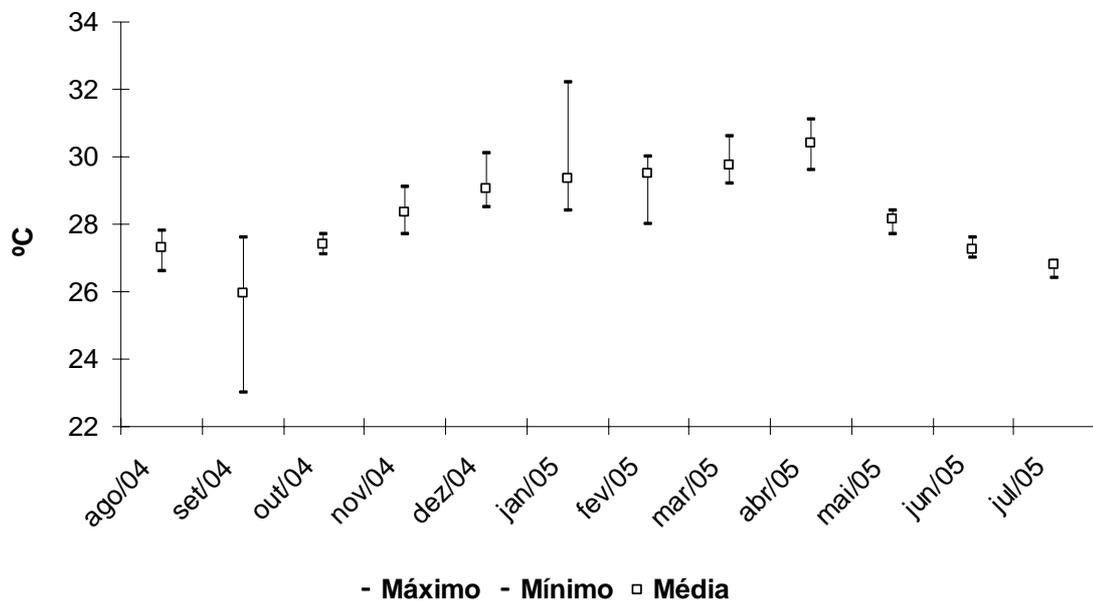


Figura 4: Valores mensais máximos, mínimos e médios da temperatura (°C) da água na zona eufótica do Reservatório de Acauã – PB, nos seis pontos amostrados, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

O oxigênio dissolvido (OD), seguindo a estrutura térmica do reservatório, apresentou amplitudes temporais mais significativas que as espaciais (Taba. II) e um período seco de águas mais oxigenadas, diferenças espaço-horizontais mais amplas (Fig. 6) e perfis verticais com reduções à medida do aumento da profundidade (Fig. 5), apresentando diferenças médias entre superfície e fundo de 2,9 mgO₂/L (CV = 43,5%). Correlações entre o OD e a clorofila *a* foram bem estabelecidas e significativas ($r = 0,70$ $p < 0,01$).

Quanto às propriedades ópticas da água (Fig. 7), o reservatório apresentou transparência elevada ($\bar{x} = 2,8$ m, CV = 17%), zona fótica extensa e coeficiente de atenuação vertical da luz reduzido (mín. = 1,3 m⁻¹ e máx. = 2,2 m⁻¹) (Tab. I). As diferenças entre os compartimentos horizontais do reservatório foi de baixa significância ($p = 0,9322$ e $f = 0,2621$), diferentemente das variações mensais ($p < 0,0001$ e $f = 14,556$), que apresentou menores valores de transparência no período seco ($\bar{x} = 2,5$ m CV = 9,4%) e maiores valores nos meses chuvosos ($\bar{x} = 3,2$ m CV = 13%). Correlação inversa significativa foi observada entre a transparência e biomassa algal ($r = -0,48$ $p < 0,01$), como pode ser visto na tabela IV do capítulo II.

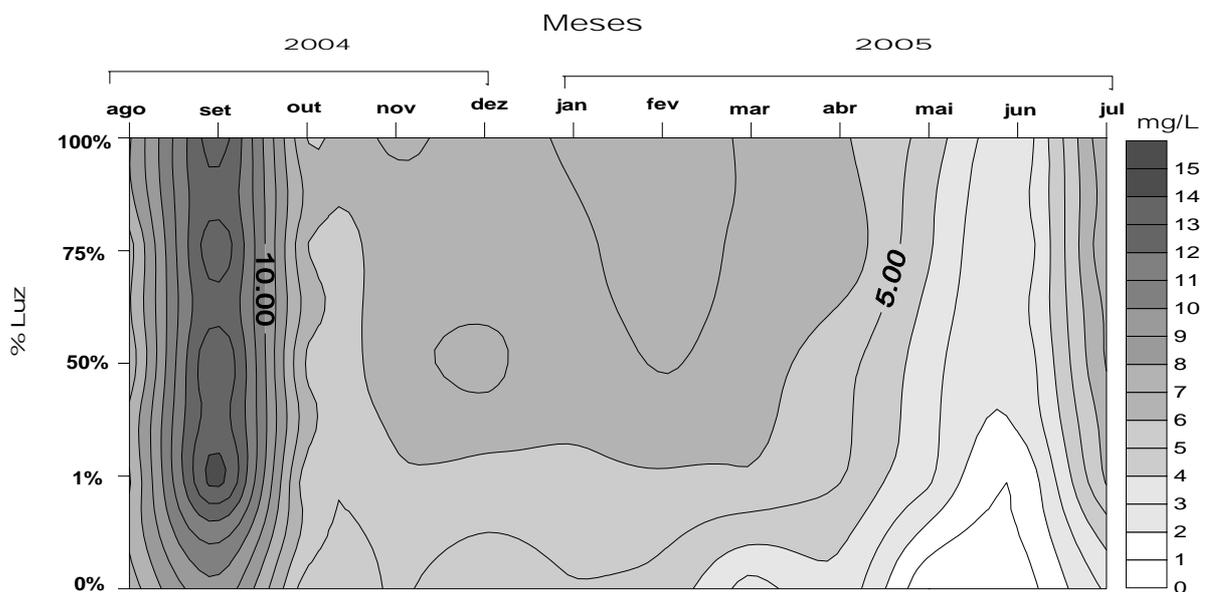


Figura 5: Perfil vertical dos teores de oxigênio dissolvido (mg/L) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

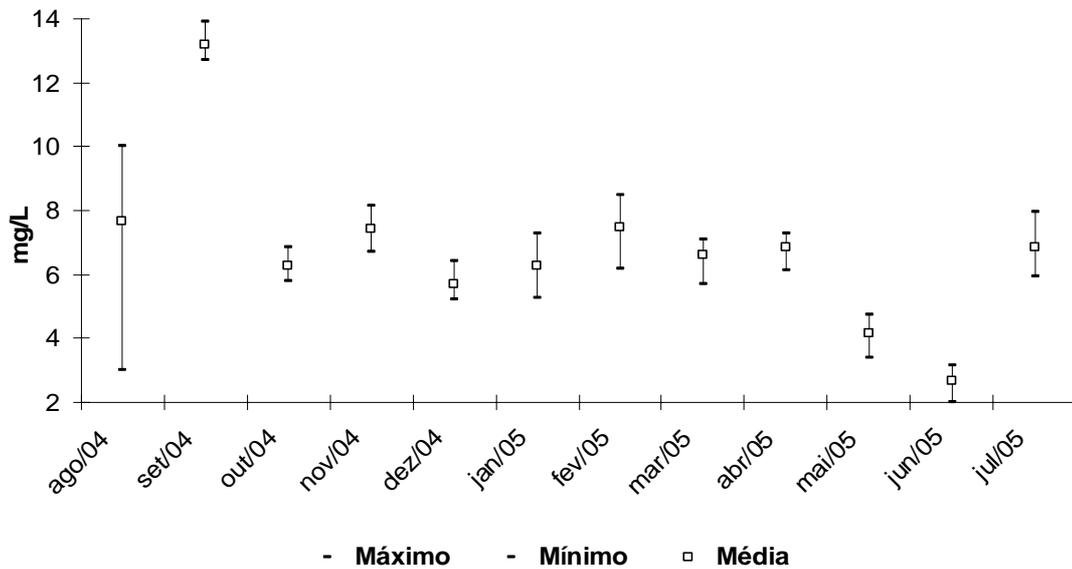


Figura 6: Valores mensais máximos, mínimos e médios dos teores de oxigênio dissolvido (mg/L) da água do Reservatório de Acauã – PB, nos seis pontos amostrados, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

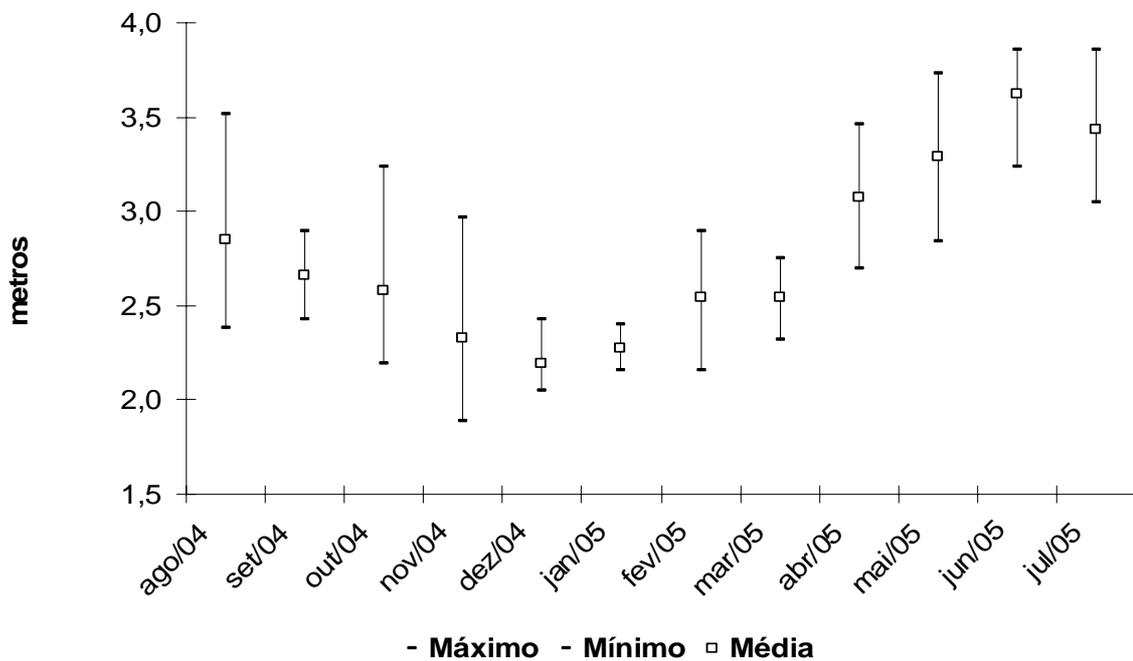


Figura 7: Valores mensais máximos, mínimos e médios da transparência da água (metros) da água do Reservatório de Acauã – PB, nos seis pontos amostrados, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

Tabela I: Valores médios do disco de Secchi, Zona eufótica (Z_{eu}) e do coeficiente de atenuação vertical da luz (k) do reservatório de Acauã, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Propriedades Ópticas (m)	2004					2005						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
D. Secchi	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,3	1,2
Z_{eu}	2,8	2,6	2,5	2,3	2,2	2,2	2,5	2,5	3,0	3,2	3,6	3,4
K	1,7	1,6	1,6	1,4	1,3	1,4	1,6	1,6	1,9	2,0	2,2	2,1

Para a condutividade elétrica da água, os valores foram elevados (\bar{x} = 1.296 μ S/cm) com diferenças significativas apenas entre os meses ($p < 0,0001$; $f = 255,72$) e padrão espacial homogêneo tanto para o perfil vertical ($p = 0,0651$ $f = 0,9920$), quanto horizontal ($p = 0,1014$; $f = 0,9915$) (Figs. 8 e 9). Na variação mensal estabeleceu-se um padrão de aumentos graduais nos valores dos meses secos para os meses chuvosos, fato que se correlacionou fortemente com o volume do reservatório e as precipitações pluviométricas, de modo que, nos meses secos à medida que o reservatório secava por falta de chuvas a condutividade aumentava ($r = -0,94$ e $r = -0,55$ $p < 0,01$, respectivamente) e nos meses chuvosos com os progressivos aumentos nas cotas hídricas do reservatório pelo aumento das chuvas a condutividade também aumentou ($r = 0,73$ e $r = 0,57$; $p < 0,01$, respectivamente).

O pH apresentou-se alcalino ($\bar{x} = 8,34$ $CV = 5,1\%$), temporalmente influenciado pelas chuvas e o volume do reservatório ($r = -0,44$ e $r = -0,82$ $p < 0,01$, respectivamente) e as concentrações de $CaCO_3$ da alcalinidade ($r = 0,61$ $p < 0,01$) (Figs. 10 e 11). Apesar de espacialmente não apresentar diferenças significativas (Tab. II), no perfil vertical o pH manteve sutis reduções com o aumento da profundidade, fato ligado as microestratificações da temperatura ($r = 0,45$ $p < 0,01$) e oxigênio dissolvido ($r = 0,56$ $p < 0,01$).

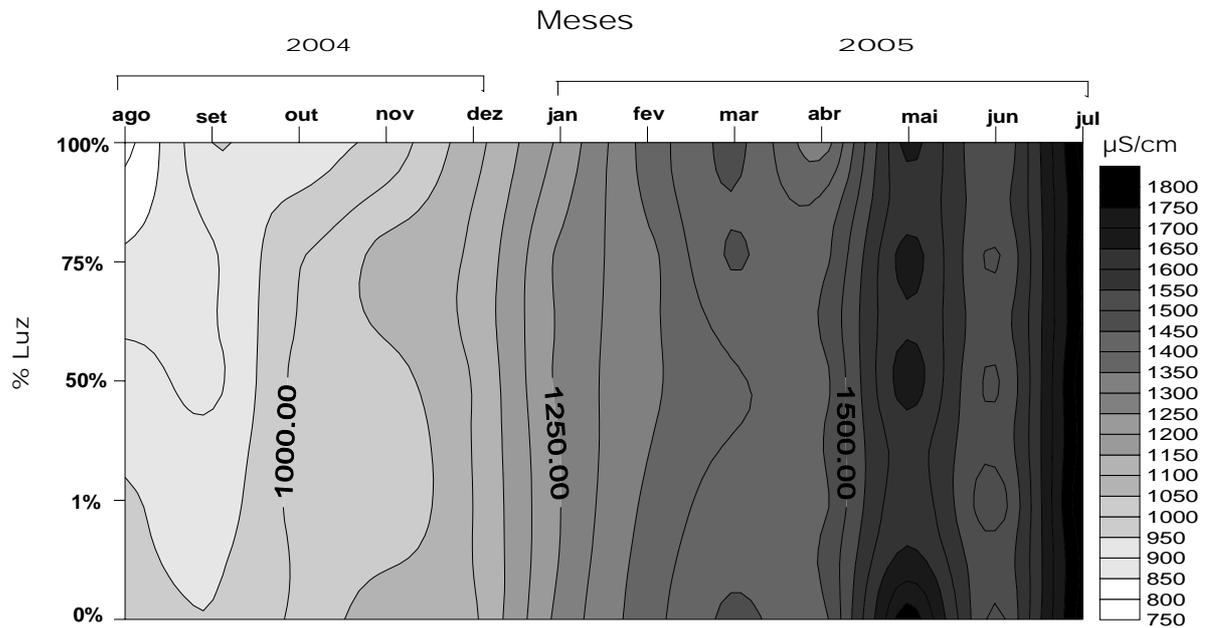


Figura 8: Perfil vertical da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

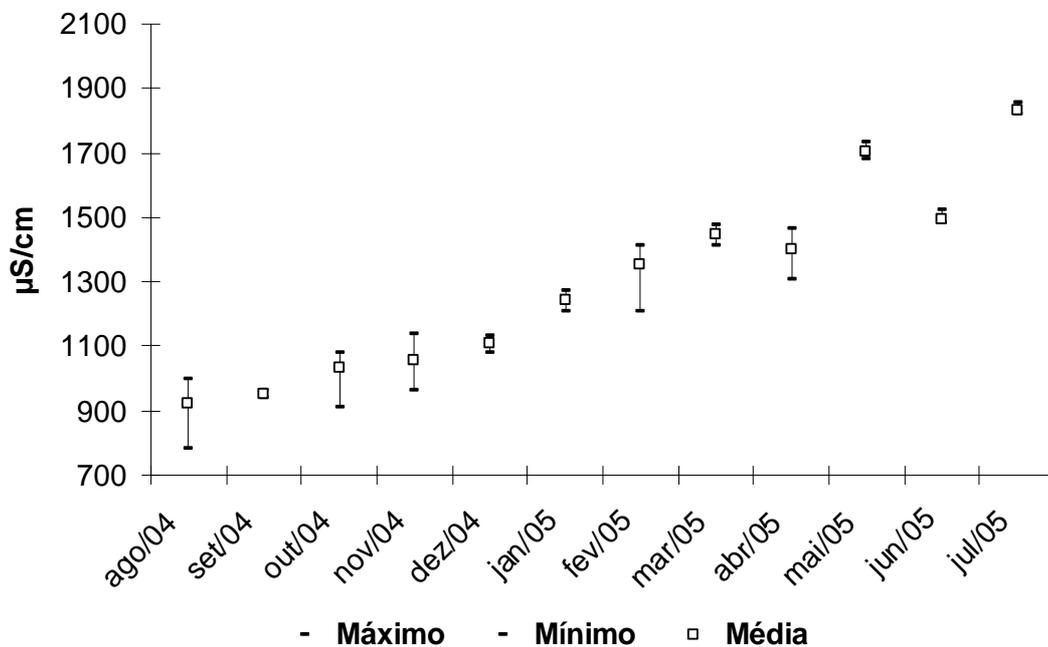


Figura 9: Valores mensais máximos, mínimos e médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) da água do Reservatório de Acauã – PB, nos seis pontos amostrados, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

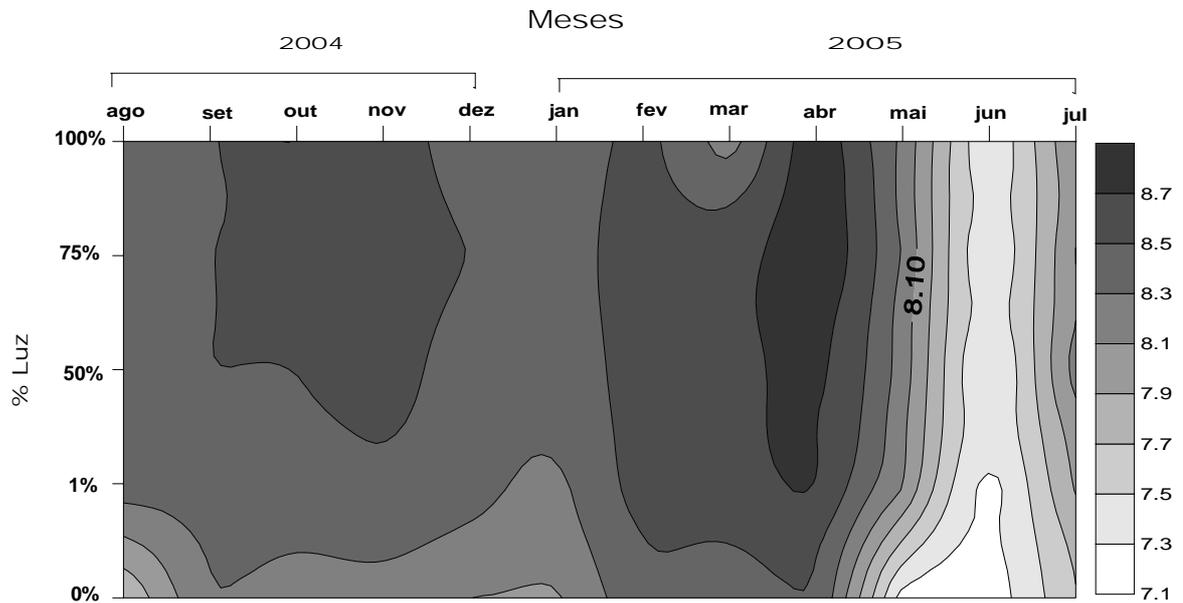


Figura 10: Perfil vertical do pH em função da extinção da luz da coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

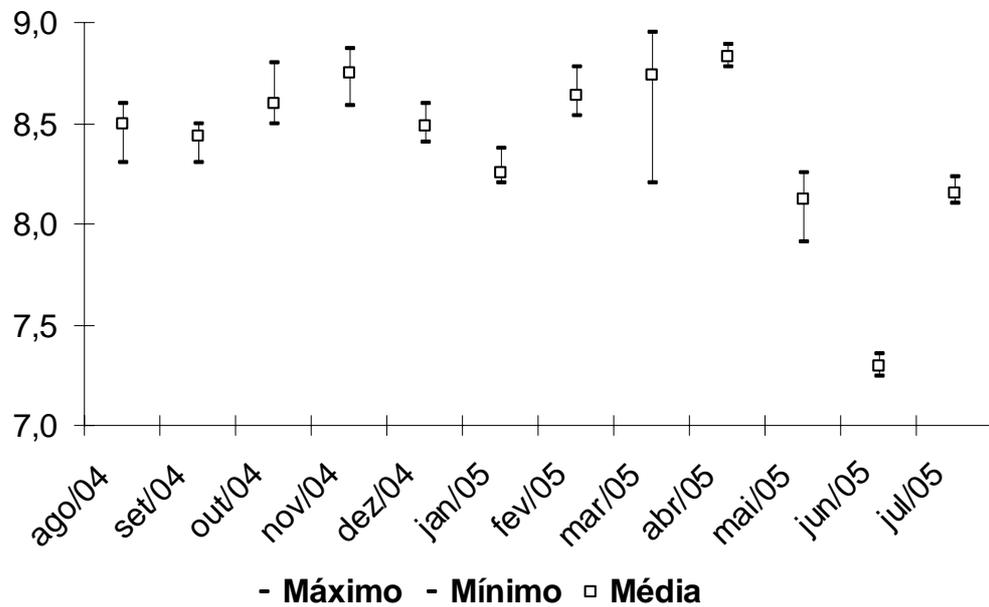


Figura 11: Valores mensais máximos, mínimos e médios do pH da água do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

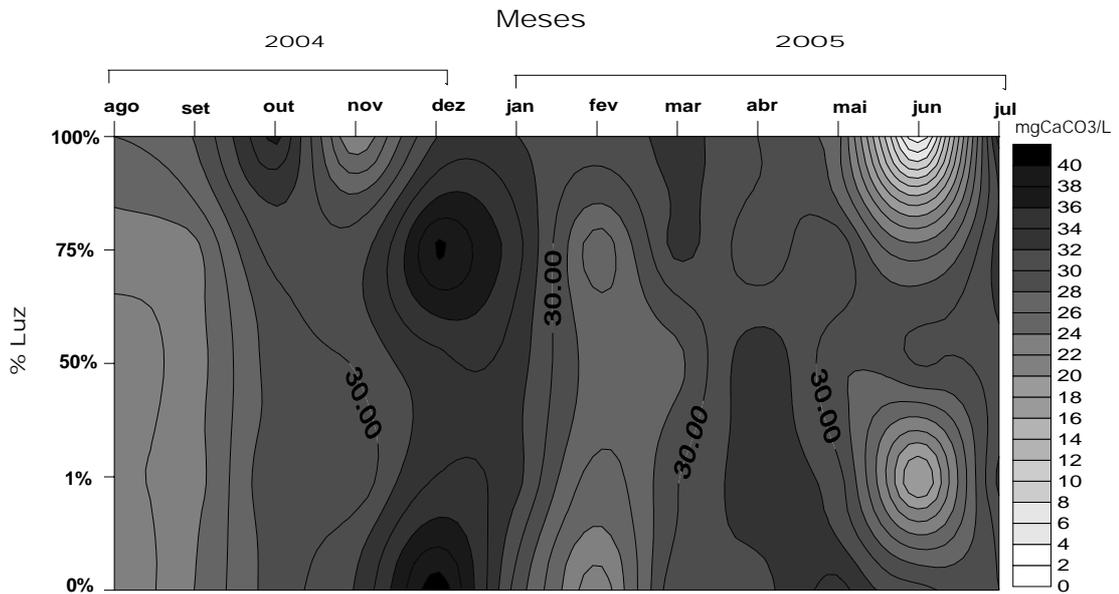


Figura 12: Perfil vertical da alcalinidade (mgCaCO_3/L) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

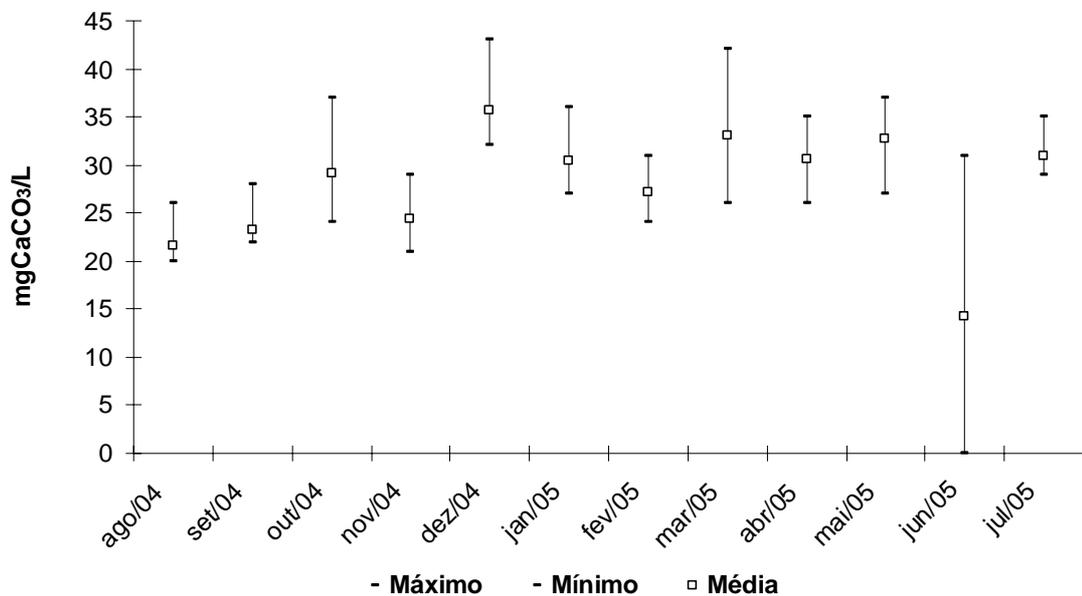


Figura 13: Valores mensais máximos, mínimos e médios da alcalinidade (mgCaCO_3/L) da água do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

Para a série nitrogenada, o íon nitrato foi a forma predominante nas águas do reservatório ($\bar{x} = 63,7 \mu\text{g/L}$; $\text{CV} = 123,5\%$) seguido pelo amônio ($\bar{x} = 47,8 \mu\text{g/L}$; $\text{CV} = 127,7\%$) e o nitrito ($\bar{x} = 20,8 \mu\text{g/L}$; $\text{CV} = 219,5\%$), sendo que as concentrações médias do NH_4 nos meses chuvosos foram 3,03 vezes maiores que no seco, com apenas 1,6 vezes para o NO_3 e 3,55 para o NO_2 . Embora os coeficientes de variação tenham sido altos ao longo do reservatório ($\text{CV}=123,9\%$) e na coluna d'água ($\text{CV}=120,0\%$) as variações significativas para a série nitrogenada ficaram por conta da variabilidade temporal (Tab. II). Mesmo assim, para o perfil vertical, o NO_3 no período seco e chuvoso apresentou as maiores concentrações nas profundidades abaixo de 1% de luz e o NH_4 nas camadas mais iluminadas no período seco e misturas no chuvoso (Figs. 14 e 16). Horizontalmente o NO_3 foi o íon mais afetado pelas chuvas ($r = 0,69$; $p < 0,01$).

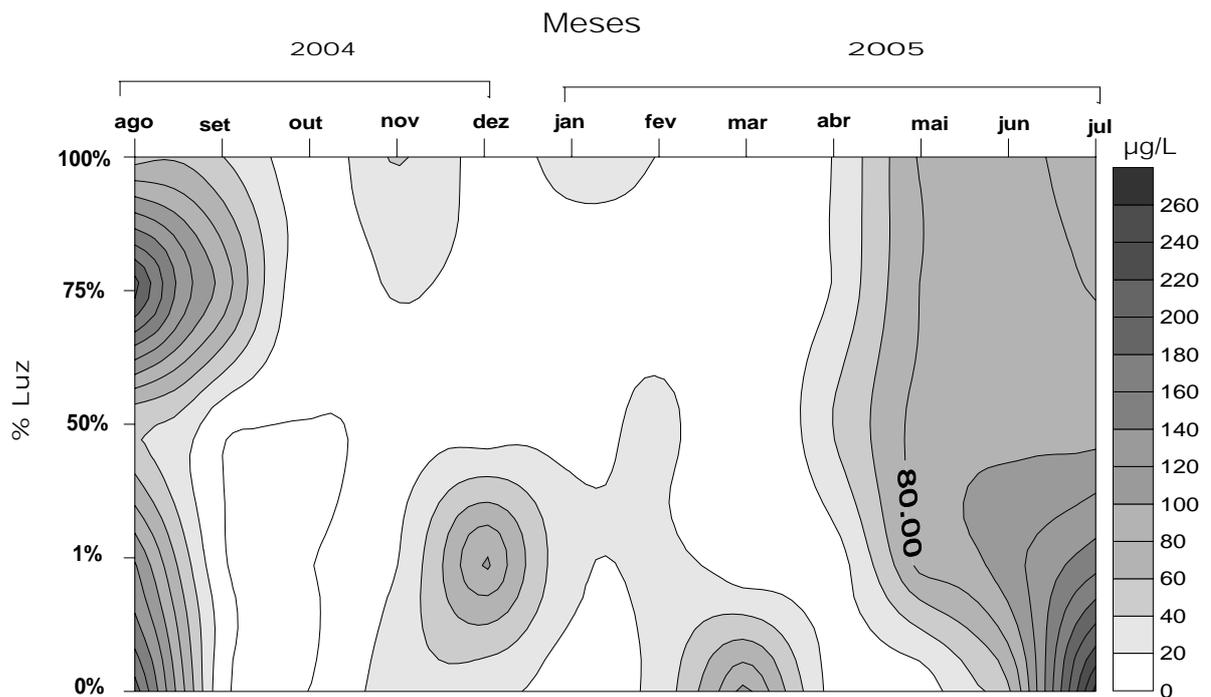


Figura 14: Perfil vertical do nitrato ($\mu\text{g/L}$) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

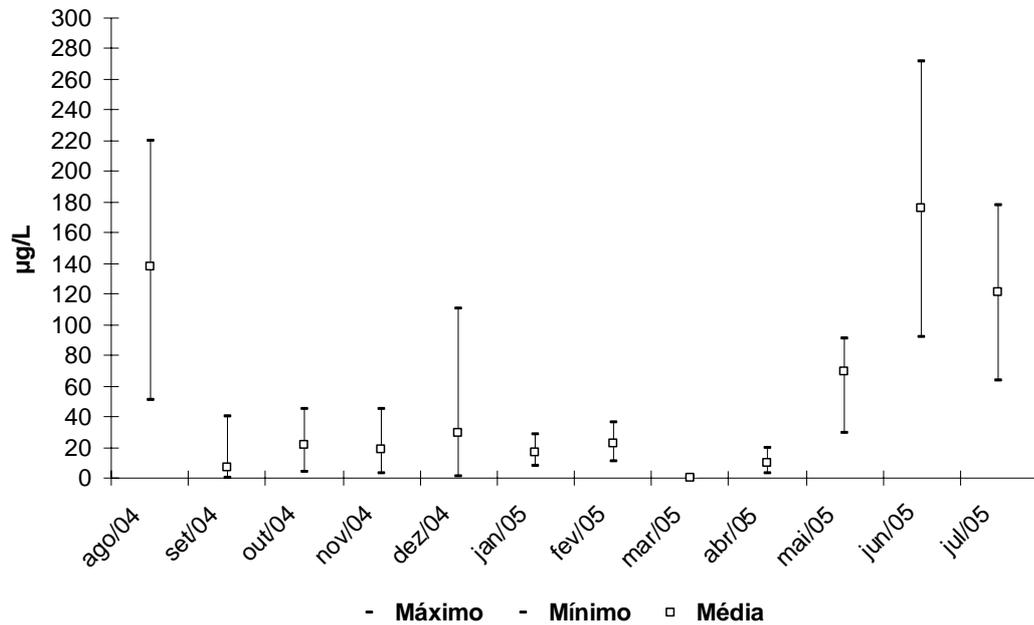


Figura 15: Valores mensais máximos, mínimos e médios do nitrato ($\mu\text{g/L}$) da água do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

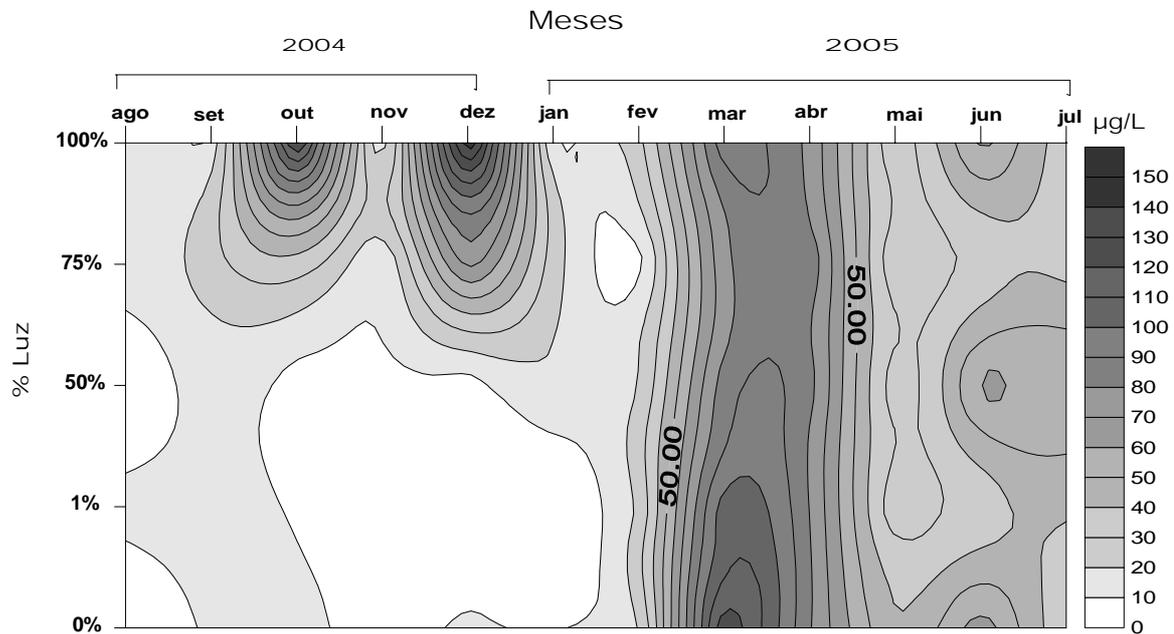


Figura 16: Perfil vertical do íon amônio ($\mu\text{g/L}$) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

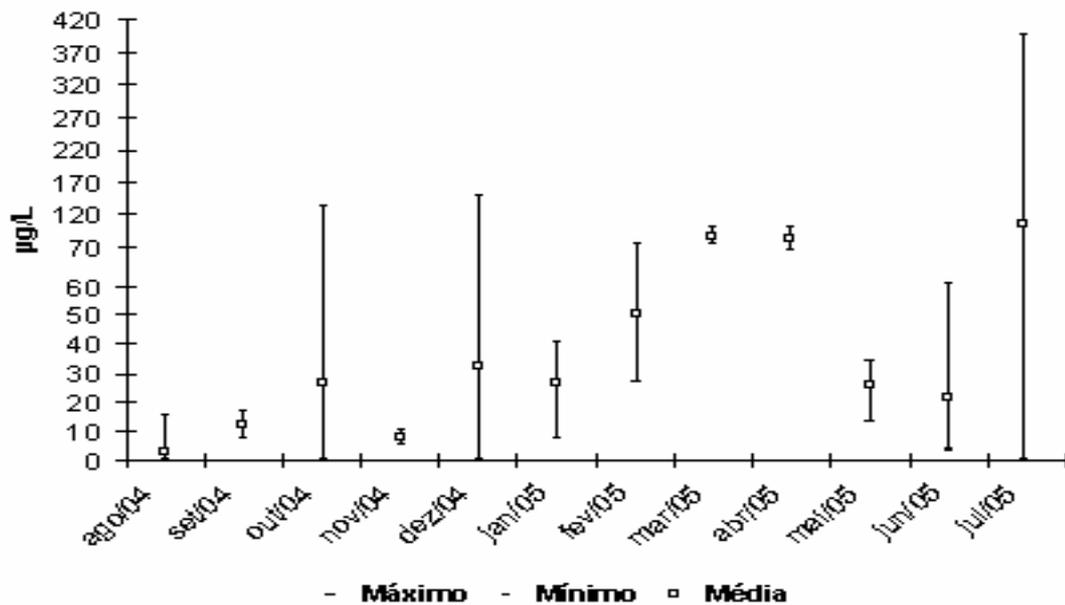


Figura 17: Valores mensais máximos, mínimos e médios do íon amônio ($\mu\text{g/L}$) da água do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

Entre os nutrientes, no entanto, o fósforo total e o ortofosfato foram os que mantiveram maior correspondência com a distribuição temporal dos índices de chuva ($r = 0,65$ e $r = 0,79$; $p < 0,01$, respectivamente), com cargas médias expressivas de fósforo total tanto no período seco ($\bar{x} = 696,6 \mu\text{g/L}$; $\text{CV} = 72,0\%$) quanto no chuvoso ($\bar{x} = 676,6 \mu\text{g/L}$; $\text{CV} = 51,5\%$). Apesar da variabilidade dos resultados, as diferenças significativas ficaram restritas às variações mensais (Tab II). Mesmo assim, verticalmente, tanto o fósforo total quanto o ortofosfato, mantiveram tendência a apresentar as maiores concentrações nas camadas mais profundas, principalmente no período chuvoso (Figs. 18 e 20). Entre as zonas de barragem e de rio as diferenças são baixas, apenas apresentando uma oscilação significativa entre os meses, principalmente a partir do mês de março/04 (início das chuvas), há contínuos acréscimos nas concentrações de fósforo ao longo do tempo (Figs. 19 e 21).

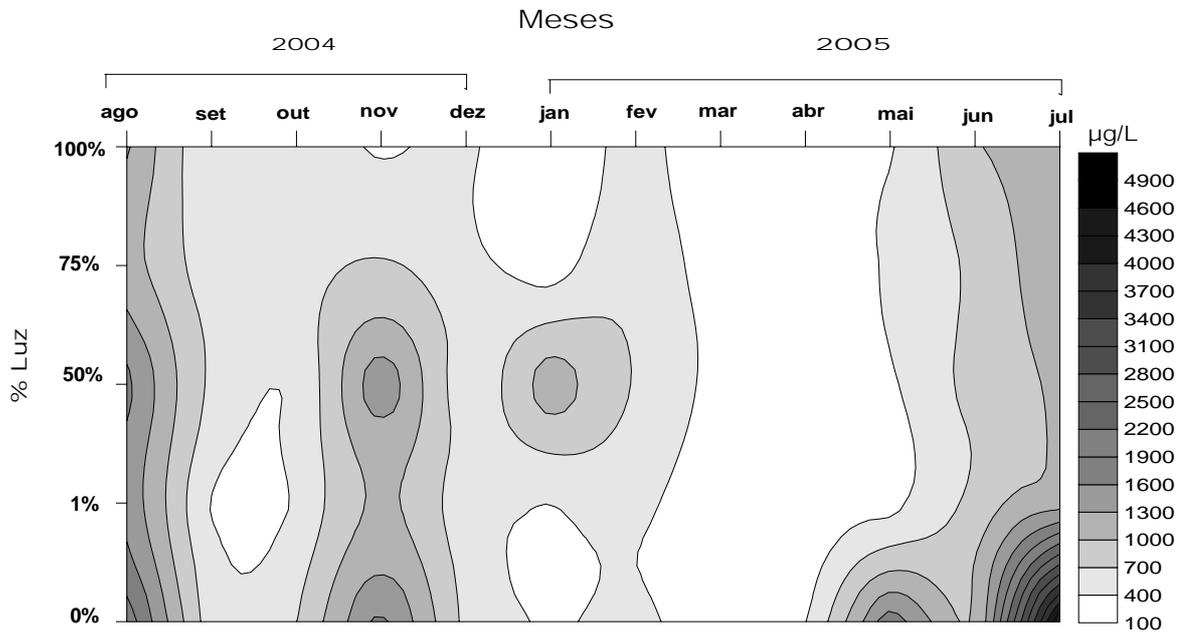


Figura 18: Perfil vertical dos teores de fósforo total ($\mu\text{g/L}$) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

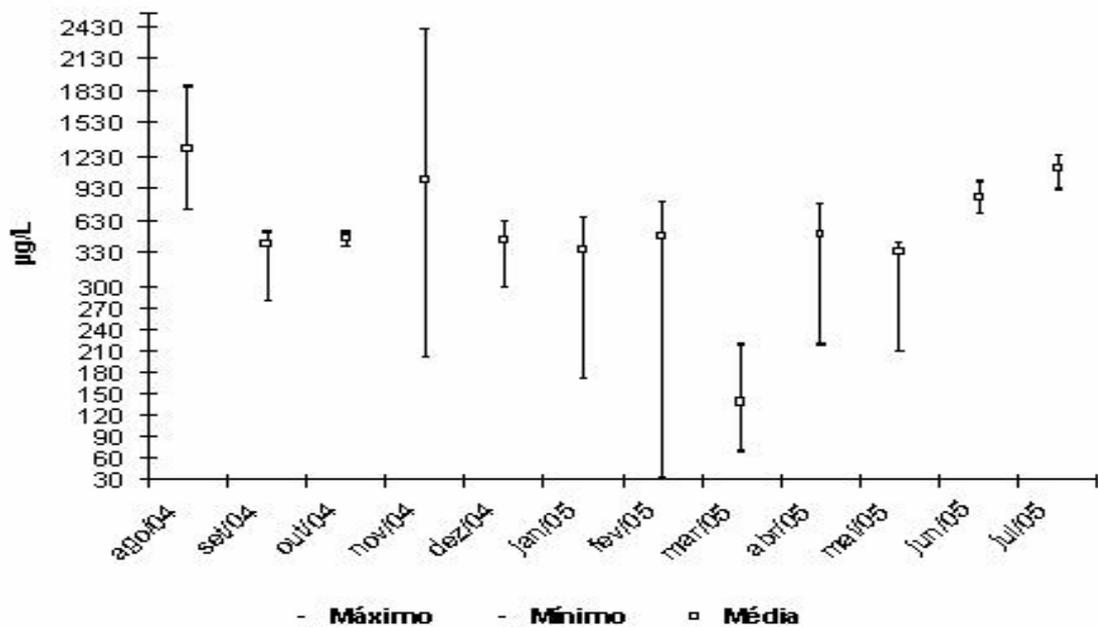


Figura 19: Valores mensais máximos, mínimos e médios dos teores de fósforo total ($\mu\text{g/L}$) da água do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

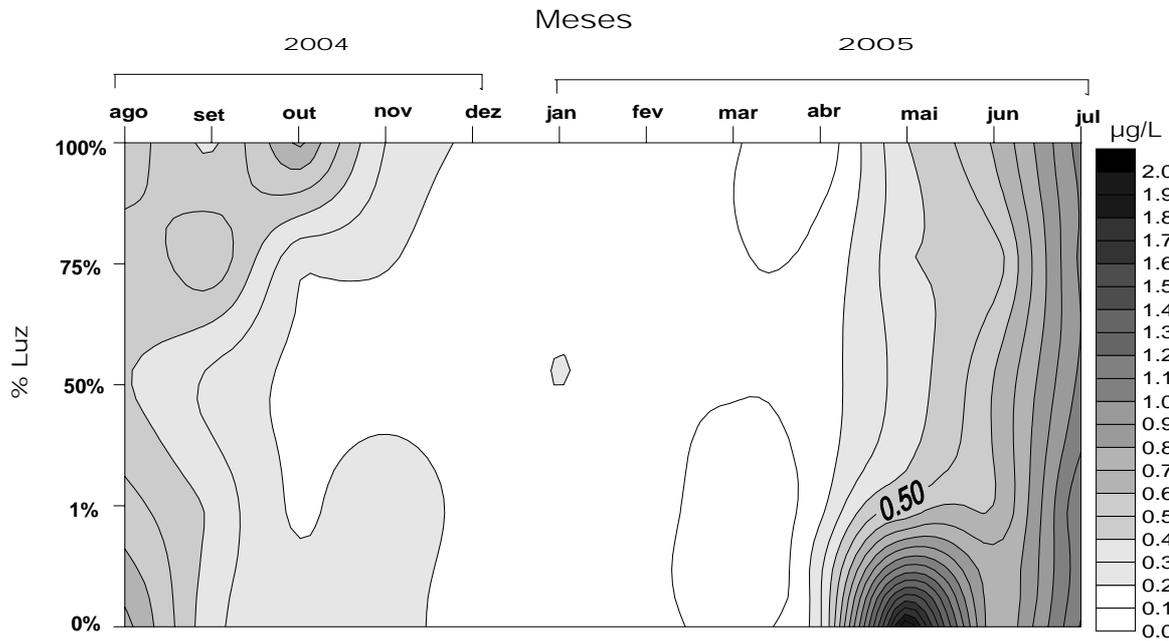


Figura 20: Perfil vertical do ortofosfato solúvel ($\mu\text{g/L}$) em função da extinção da luz na coluna d'água do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

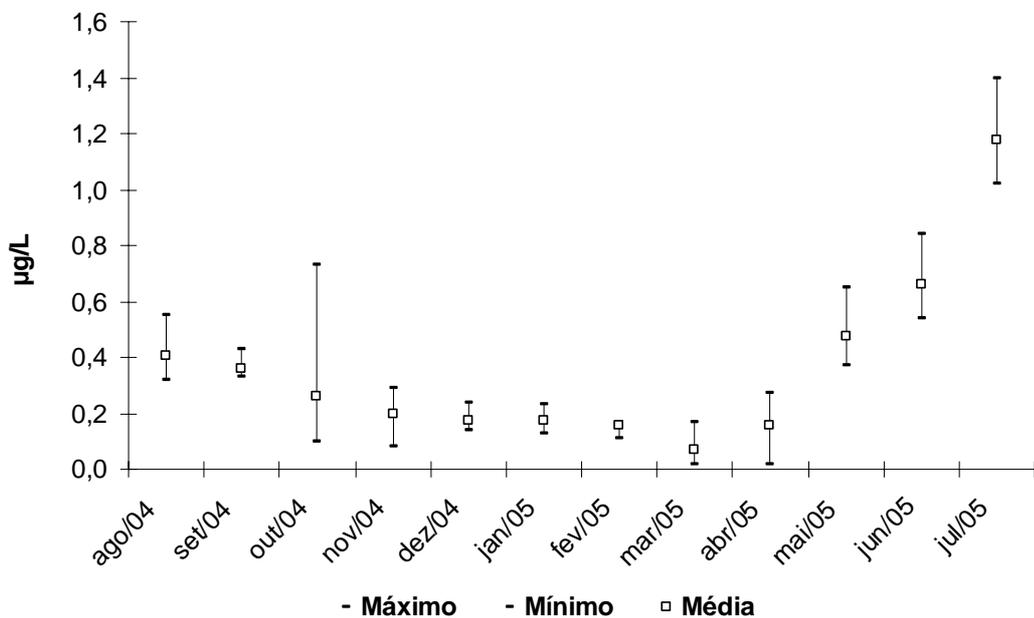


Figura 21: Valores mensais máximos, mínimos e médios dos do ortofosfato solúvel ($\mu\text{g/L}$) da água da Barragem Acauã – PB, nos seis pontos amostrados, durante os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Tabela II: Resultados da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações espaço-temporal das variáveis físicas e químicas analisadas nas águas do reservatório de Acauã – PB, durante os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Parâmetros	Estatística	Meses		Pontos	
		Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Temperatura (°C)	f	13.434	18.623	1.818	0,4606
	p	< 0,0001	< 0,0001	0,1385	0,8041
pH	f	17.225	64.785	1.947	0.1156
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.1156	0.9885
C.E (µS/cm)	f	255.72	260.50	0.06515	0.1014
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.9920	0.9915
Transparência (metros)	f	-	14.556	-	0.2621
	p	-	< 0,0001	-	0.9322
O.D (mg/L)	f	21.140	44.349	1.913	0.1249
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.1212	0.9863
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	f	4.790	9.154	0.2662	0.3290
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.8984	0.8938
P-Total (µg/L)	f	4.205	8.006	1.831	0.4118
	p	0.0002	< 0,0001	0.1360	0.8390
P-Orto (µg/L)	f	8.628	55.874	0.5326	0.06871
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.7123	0.9966
Amônia (µg/L)	f	6.220	2.800	0.8068	0.7458
	p	< 0,0001	0.0052	0.5262	0.5921
Nitrito (µg/L)	f	5.800	13.163	0.5051	0.2019
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.7321	0.9606
Nitrato (µg/L)	f	5.155	19.458	0.4811	0.2226
	p	< 0,0001	< 0,0001	0.7495	0.9515

As variáveis limnológicas, quando integralizadas na análise de componentes principais (ACP), os dois primeiros fatores explicaram 51,74% da variabilidade dos dados. O primeiro componente que explicou 34,60% da variabilidade total dos dados apresentou associações positivas com a precipitação pluviométrica, volume do reservatório, transparência da água, o fósforo total, ortofosfato e nitrato. Negativamente com a temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido (Tab. III). Para a segunda componente (17,14%), a relação estabeleceu-se positivamente com o volume do reservatório, o oxigênio dissolvido, a clorofila, e negativamente com a temperatura, condutividade elétrica e o íon amônio (Fig. 22A).

Com relação ao agrupamento das estações e meses amostrados, o fator I de correlação distinguiu no semi-eixo positivo os casos ocorridos nos meses de abril a julho de 2005 e no semi-eixo negativo os de setembro/04 a março/05. O fator II de correlação segregou as coletas de agosto a novembro de 2004 no semi-eixo positivo e de dezembro de 2004 a julho de 2005 no semi-eixo negativo (Fig 22B).

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

Variáveis	COMPONENTES PRINIPAIS	
	Fator I	Fator II
Precipitação	0,82	-0,03
Volume	0,66	0,63
Temperatura	-0,58	-0,59
pH	-0,80	0,12
CE	0,45	-0,71
Transparência	0,76	-0,16
P-Total	0,58	0,27
P-Orto	0,83	0,03
OD	-0,42	0,66
Amônia	-0,01	-0,50
Nitrito	0,40	-0,29
Nitrato	0,79	0,09
Alcalinidade	-0,33	-0,41
Clorofila <i>a</i>	-0,20	0,47
Feofitina	0,44	-0,23
Explicabilidade	34,60	17,14

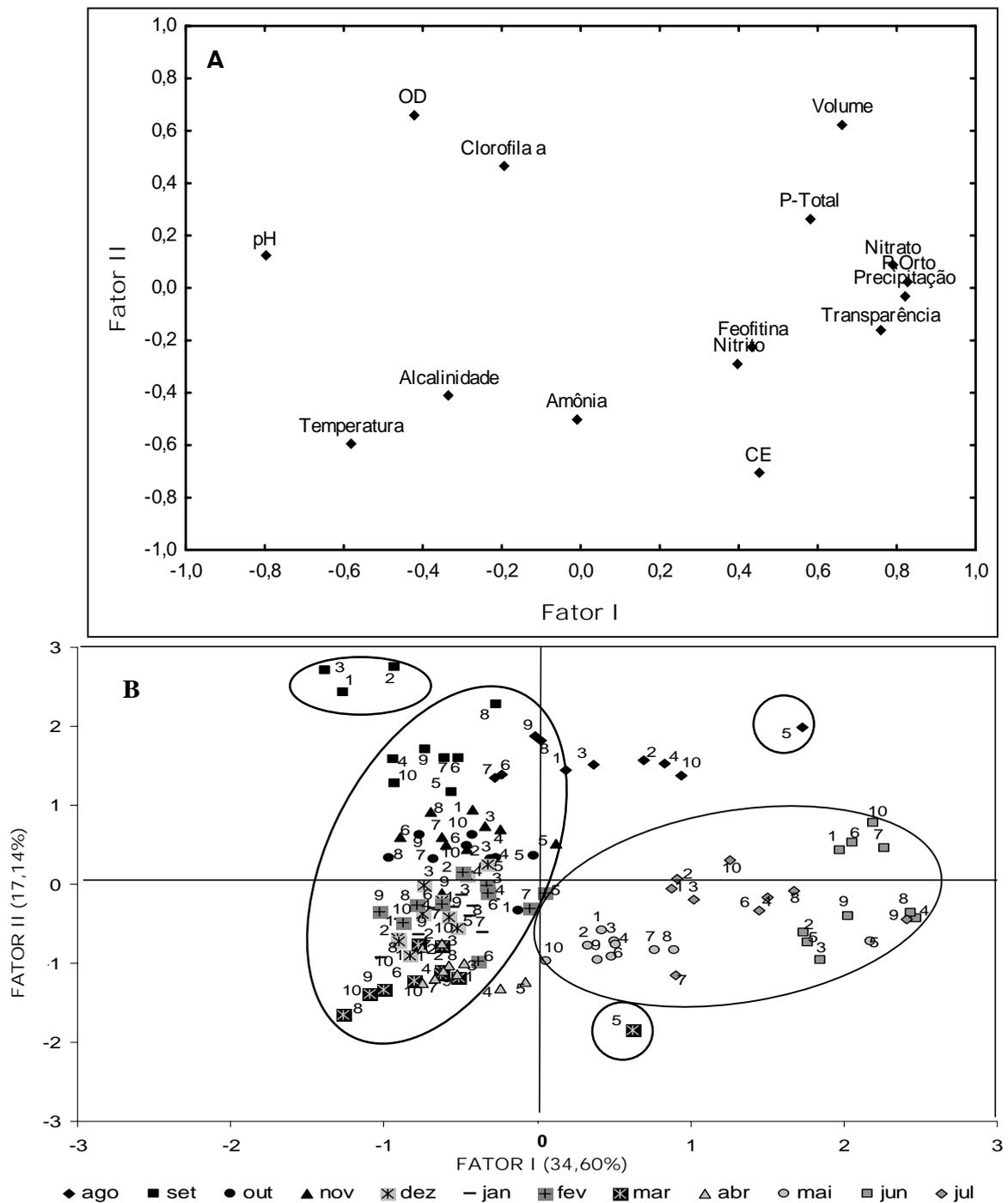


Figura 22: Diagrama de ordenação dos meses e estações de coleta amostradas para a Barragem de Acauã em relação às variáveis abióticas associadas, baseadas nos fatores I e II. As unidades amostrais obedeceram à seqüência de: **meses** (agosto a Julho); **anos** (2004 e 2005); **pontos de coleta e profundidades** (1=100%, 2=75%, 3=50%, 4=1%, 5=0%, 6=P2, 7=P3, 8=P4, 9=P5 e 10=P6).

Com relação ao estágio de evolução trófica do reservatório, os resultados médios das classificações tróficas indicadas pelo Índice de Estado Trófico modificado (Fig. 23), determinaram condições eutróficas ao reservatório de Acauã, em todos os meses amostrados.

O IET de Carlson Modificado para o P-Total, mostrou que todos os meses foram classificados como hipereutróficos, com índice mais elevado em agosto de 2004, mas que se reduziram gradativamente até o início das chuvas, quando voltou a elevar-se com o aumento da precipitação. Para a clorofila *a*, todos os grupos foram classificados como eutróficos sendo os maiores índices registrados em setembro de 2004 e julho de 2005.

Ao levar em consideração os valores brutos de cada parâmetro adotado é possível observar, através da análise de regressão linear (Fig. 24) que as altas concentrações de fósforo total ($r^2 = 0,6734$; $p < 0,0001$), foi a que mais influenciou na avaliação das condições tróficas deste ambiente, porém quando o IET foi aplicado apenas para a transparência, não se mostrou representativo do estado trófico ao passo que a clorofila *a* expressou um maior grau de representatividade das condições tróficas do ambiente.

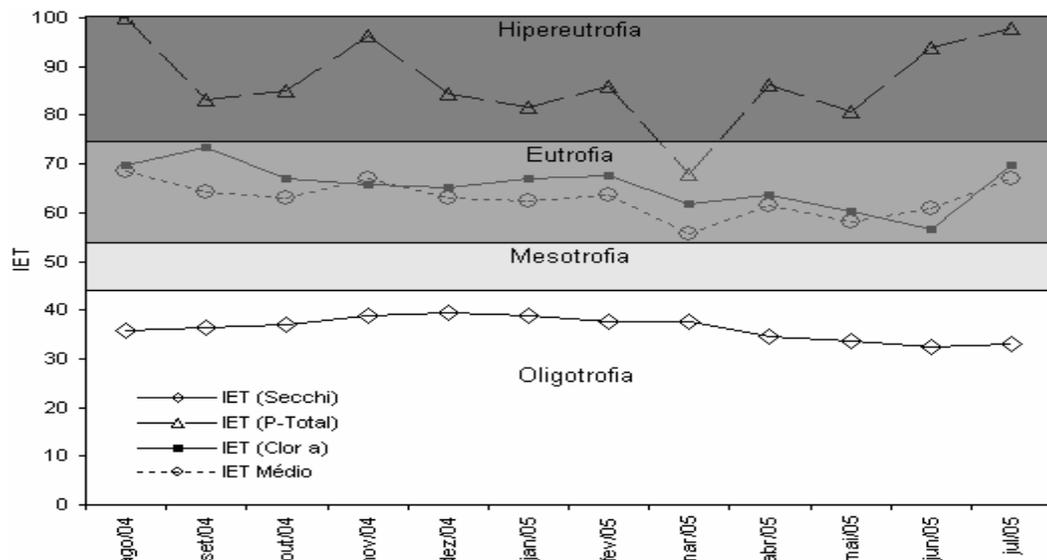


Figura 23. índice de estado trófico modificado (IET) calculado a partir das variáveis: transparência (m), fósforo total ($\mu\text{g/L}$) e clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$) e a ponderação desses índices (IET Médio), das águas do reservatório Acauã, durante os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

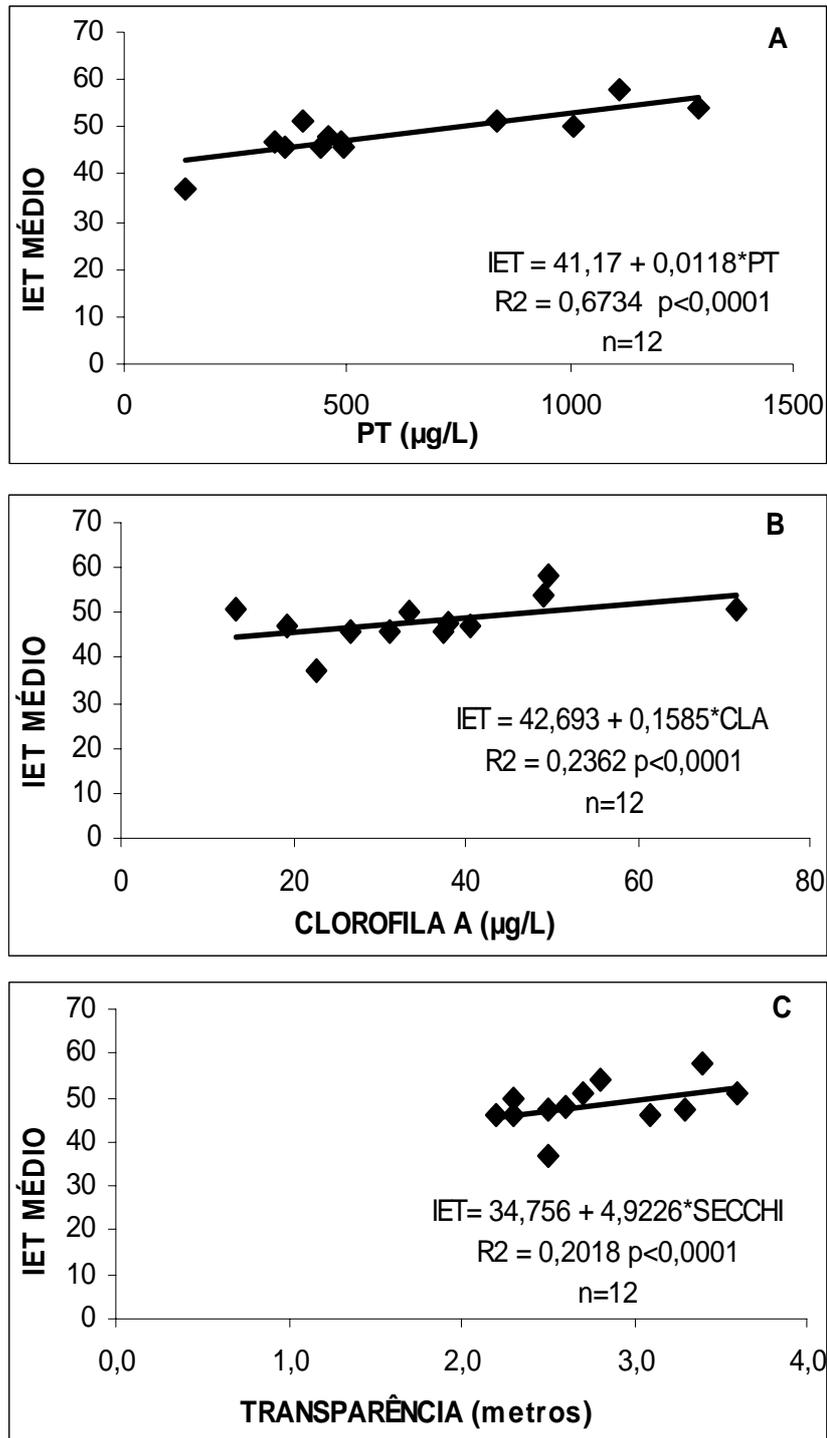


Figura 24: Análise de regressão linear simples para o Índice de Estado Trófico Médio em relação aos teores de fósforo total (A), clorofila a (B), transparência (C), das águas do reservatório de Acauã, semi-árido Paraibano.

7. Discussão

Considerações de que nas regiões próximo ao equador as diferenças de temperaturas entre superfície e fundo em reservatórios tropicais são estreitas, já estão bem estabelecidas (PAYNE, 1986; LEWIS, 1995). Em Acauã a estrutura física do reservatório corrobora com esta hipótese, revelando diferenças fracas no perfil vertical entre superfície e fundo, geralmente inferiores a 1,7 °C. Entretanto, considerando que a termoclina em sistemas tropicais pode ser identificada como a profundidade onde a diferença de temperatura é mais alta que $0,3 \text{ cm}^{-1}$ (HAMBRIGHT *et al.*, 1994), o que pode gerar em ecossistemas de águas quentes ($\sim 25^\circ\text{C}$) gradientes de densidades consideráveis na coluna d'água (LEWIS, 1983a), afirma-se que em Acauã ocorrem micro-estratificações térmicas mensais, sendo mais pronunciadas em meses mais quentes e secos e mistura nos meses mais chuvosos. Neste contexto, Acauã pode ser classificada como polimítico quente descontínuo, apresentando mais de uma mistura por ano (LEWIS, 1983b).

Performance térmica semelhante tem sido registrada em grandes reservatórios do nordeste semi-árido, tais como Tapacurá (BOUVY *et al.*, 2003), Boqueirão (DINIZ, 2005), Assu (CHELLAPPA *et al.*, 1998), ou do trópico equatorial como Tucuruí (HENRY, 1999). Na maioria desses reservatórios o clima é um determinante temporal chave nas trocas de calor nos corpos aquáticos, com efeito direto nos padrões de estratificação e mistura (TOWNSEND *et al.*, 1996). Dirigido principalmente pelo regime de chuvas, a estrutura física de Acauã manteve fino acoplamento ao sistema químico do reservatório, onde a dinâmica do ambiente apresentou significativa variabilidade temporal/mensal em detrimento de misturas verticais completas e homogeneização horizontal ampla, com tênue estratificações no perfil vertical e eixo longitudinal com zona de barragem de melhor expressividade ambiental.

Os gradientes especialmente baixos que se estabelecem nesses ambientes são devido a pequenas variações temporais da radiação diária, temperatura do ar e relações de evaporação nos trópicos (LEWIS, 1987). Nestes sistemas aquáticos, via de regra, a estrutura térmica do perfil vertical influencia sobremaneira a disponibilidade do oxigênio dissolvido. Em Acauã durante o período de estabilidade térmica um padrão de

distribuição de oxigênio do tipo clinogrado foi detectado, com o conteúdo de oxigênio no hipolímnio, reduzido em alguns meses e anóxico em outros. Este gradiente unido à profundidade de compensação da luz, compartimento superior do reservatório onde esteve presente as maiores concentrações do OD e considerando as altas quantidades de matéria orgânica que um reservatório grande, profundo, instável e recém construído contém, está claro que a demanda de oxigênio no fundo é muito alta e explicaria o desenvolvimento de condições de anaerobiose.

Concentrações elevadas de OD na superfície estiveram bem relacionadas com a atividade fotossintética do fitoplâncton que também mostrou a clorofila *a* em elevadas concentrações na zona eufótica (capítulo II). A biomassa algal também influenciou na transparência do reservatório onde nos meses que a zona eufótica manteve-se mais extensa e menos turva, a clorofila *a* foi de mais baixa concentração. O mesmo evento ocorreu na fase de enchimento do reservatório (agosto/02 a janeiro/03) quando os altos teores de clorofila provocaram a redução substancial da transparência da água a valores médios de 0,5 metros (MENDES & BARBOSA, 2004).

As alterações ocorridas em função da estrutura térmica e do oxigênio dissolvido também influenciaram consideravelmente nos altos valores de pH registrados no reservatório principalmente nos meses de menor precipitação pluviométrica e maior biomassa algal, o que indiretamente expõe o pH à mercê também do processo fotossintético. De acordo com Helawell (1986), a intensa atividade fotossintética de algas e plantas superiores pode elevar o pH a 8,0 ou valores mais altos, já que a redução dos níveis de gás carbônico como resultado da fotossíntese pode causar rápidas mudanças deste parâmetro. Na região Nordeste, valores em torno de 8,5 e 9,0 foram registrados por Watanabe *et al.*, (1989) e Diniz (1995), associados com altos teores de biomassa. De acordo com Talling (1957) e Margalef (1983), o aumento da temperatura na estiagem acelera a cinética das reações fotossintéticas, as quais deslocam o pH para valores mais básicos. Na bacia hidrográfica do rio Paraíba tal fato também foi evidenciado por Diniz (2005) no açude Bodocongó, Ceballos (1995) no reservatório Epitácio Pessoa e Tavares (2000) na represa São Salvador.

Em se tratando do direcionamento pelo regime de chuvas e hidrodinâmica do volume do reservatório, a condutividade elétrica da água foi, juntamente com as

concentrações de nutrientes, a variável que mais sofreu influência da precipitação e das cotas hídricas do reservatório. Naturalmente elevada nesta bacia hidrográfica, a condutividade elétrica é um codeterminante evidente de quão vulnerável são os sistemas aquáticos do Nordeste semi-árido à salinização. Mole *et al.*, (1989), analisando solos bruno não cálcicos na bacia do rio Taperoá, concluíram que a água da chuva, após escoamento superficial, tem sua concentração salina aumentada em até quatro vezes. No mesmo solo, após infiltração e coleta em nível dos drenos, essa concentração pode aumentar mais de cinquenta vezes.

De padrão espacial completamente homogêneo e distribuição temporal ligado ao volume do reservatório, que por sua vez respondeu ao regime de chuvas e a entrada de material dissolvido e particular alóctone, a condutividade elétrica registrada em Acauã apresentou aumentos à medida que o reservatório secava, provavelmente devido a processos de concentração de sais. Aumentos nos valores de condutividade elétrica estão associados com o incremento de sais carregados da sua bacia de drenagem através do mecanismo de escoamento provocado pelas chuvas.

Para os nutrientes a situação se mantém, principalmente para o nitrogênio que apresenta concentrações médias do nitrogênio inorgânico total 2,2 vezes maior no período chuvoso em relação ao período seco. Através da relação NTD: PT observou-se que, no reservatório de Acauã, o nitrogênio foi o nutriente limitante durante todo o período estudo.

A disponibilidade de amônia, nitrato, fósforo total e ortofosfato solúvel foram mecanismos ambientais que concorreram para a ocorrência de elevadas densidades fitoplanctônicas observadas na maioria dos meses no reservatório de Acauã (Capítulo II). A permanência dos altos valores de nutrientes registrados neste ambiente reforça o importante papel de armadilhas de nutrientes desempenhadas pelos reservatórios. Em Acauã, tanto no período seco quanto no chuvoso, o nitrato apresentou concentrações maiores em relação ao íon amônio. As menores concentrações de amônia podem estar associadas à predominância de um ambiente oxidante, isto é, com elevadas concentrações de oxigênio, durante a maior parte do ano. Os padrões espaciais homogêneos para este parâmetro podem estar relacionados com a distribuição dos teores de oxigênio no sistema. Segundo Esteves (1998), Bonetto (1995), Schäfer (1985)

e Wetzel (1993), os altos teores de OD na água facilitam a oxidação do íon amônio por bactérias aeróbias transformando-os em nitrato.

O aumento das concentrações de nitrato, fósforo total e ortofosfato solúvel observadas nas camadas mais profundas do reservatório pode estar associado a processos de sedimentação comuns em corpos aquáticos com certo grau de profundidade. As baixas concentrações nos teores de ortofosfato solúvel e altas nos teores de fósforo total, observadas durante todo período estudado, mostram que a contribuição no corpo aquático de origem orgânica foi maior que a inorgânica. Os baixos valores de PO_4^{3-} observados nos meses de dezembro de 2004 a abril de 2005 pode ser resultado da assimilação biológica. Segundo Esteves (1998), em lagos tropicais, devido à elevada temperatura que aumenta a taxa metabólica, o fitoplâncton assimila o P- PO_4 rapidamente e pode reduzir seus níveis até abaixo do limite de detecção das técnicas disponíveis. Em Acauã, as entradas de nutrientes por escoamento superficial e as descargas de águas residuárias provenientes do riacho Bodocongó, podem ter contribuído para o aumento das concentrações de espécies químicas no sedimento, gerando assim uma fonte contínua de nutrientes, fato que compromete a qualidade da água do ambiente em estudo. Tal situação pode ser claramente vista através dos cálculos do IET que classificou o reservatório de Acauã como eutrófico em todos os meses amostrados. Este fato certamente está relacionado à entrada de nutrientes provenientes das constantes descargas de esgotos, oriundos da sub-bacia do Bodocongó, além de materiais alóctones trazidos pelas intensas chuvas ocorridas nos meses de abril a junho de 2005, os quais respondem por cerca de 41,2% da precipitação anual.

As altas concentrações de P-Total, que segundo a análise de regressão linear foi responsável pela maior representatividade da condição trófica do ambiente, reflete, sobretudo, as cargas potenciais de nutrientes tanto dissolvidos quanto particulados, carregados para o reservatório, sendo as conseqüências sentidas diretamente no ambiente. Pelo que se estabeleceu, o potencial de eutrofização do reservatório é considerável, uma vez que é bastante nítida e freqüente a influência das atividades antrópicas sobre suas águas. Além disto, os florescimentos de cianobactérias ocorrem em dimensões típicas de ambientes hipereutróficos (Capítulo II). Nessas ocasiões a

leitura dos cálculos do IET, para as variáveis clorofila *a* e fósforo total é típica de um lago com alto grau de eutrofização. A rapidez com que tais mudanças ocorrem podem ser explicadas pelo impacto que os tributários exercem sobre a qualidade da água do reservatório. Nesse sentido, é importante investigar como e em que medida a qualidade da água dos tributários afeta a água do referido corpo aquático.

Considerando os dois períodos climáticos na escala anual, as mudanças observadas no ambiente refletem principalmente o efeito de fatores meteorológicos, especialmente precipitação e temperatura, influenciando a estrutura física e química do ecossistema. A Análise de Componentes Principais (ACP), reforça essa idéia indicando que a maior fonte de variabilidade das características limnológicas do reservatório está associada com parâmetros relacionados com a estação chuvosa e seca. No componente I temos no semi-eixo positivo os meses chuvosos e mais eutróficos, com as maiores cargas de nutrientes e valores de condutividade. No semi-eixo negativo, de menor influência de chuvas e maior expressão térmica, ajustam-se os meses de mais altos valores de pH e oxigênio dissolvido. No eixo II, apesar da baixa sumarização dos dados, as variáveis físicas (temperatura e condutividade), hidráulica (volume do reservatório) e química (NH_4) direcionam a dinâmica do ambiente e expressam o fundo do reservatório como um compartimento de intenso metabolismo. Neste eixo a relação inversa do OD com a temperatura é explicada pela solubilidade do oxigênio na água, pois com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução da solubilidade deste gás no ambiente. De maneira geral as altas concentrações de fósforo total, compostos nitrogenados e em menor grau do ortofosfato solúvel, promoveram alta produtividade primária através de florescimentos de cianobactérias e conseqüentemente variabilidade nos valores de pH e teores de oxigênio dissolvido.

Segundo Diniz (2005, *apud* Vieira, 1999), estudos de diagnósticos dos recursos hídricos feitos no Projeto Áridas e publicados em 1995, mostraram alterações na qualidade das águas superficiais do semi-árido nordestino associadas às condições ambientais naturalmente desfavoráveis (altas taxas de evaporação, solos rasos, cobertura vegetal escassa, rios intermitentes e reduzida capacidade de autodepuração) e aceleradas pela falta de práticas conservacionistas que facilitam as ações predatórias do homem, as quais se intensificam rapidamente. Dentre os fatores que afetaram a

qualidade da água, foi concluído que os principais eram os de origem endógena à região, destacando-se a salinização das águas pelo intemperismo de formações cristalinas normalmente salina, elevada turbidez e assoreamento e os de origem exógenas, destacando a poluição crescente dos recursos hídricos em decorrências das constantes descargas de esgotos, de resíduos sólidos e o escoamento superficial de fertilizantes e agrotóxicos. Quando se refere aos reservatórios, a situação é ainda mais delicada visto que os primeiros impactos negativos consideráveis na qualidade da água ocorrem desde a fase de construção podendo ser citados a redução da capacidade de depuração do curso d'água, o aumento da capacidade de retenção de sedimentos e nutrientes e a alteração das características físicas, químicas e biológicas do sistema, favorecendo o processo de eutrofização, o qual dependendo do nível atingido, poderá comprometer os usos múltiplos a que é destinado.

No reservatório de Acauã, estas observações podem naturalmente ser aplicadas uma vez que é bastante nítida a influencia das atividades antrópicas sobre a qualidade de suas águas e medidas no sentido de minimizá-las não têm sido tomadas, mesmo em se tratando de um reservatório destinado a abastecimento humano.

Levando-se em consideração ainda sua localização na porção inicial do baixo rio Paraíba, principal bacia hidrográfica do Estado, Acauã é o reservatório final de uma rede dendrítica de pequenas e médias sub-bacias do Paraíba, constituindo-se naturalmente num receptor/processador de informações tanto das porções da bacia hidrográfica com açudes mais salinos, oligo-mesotróficos (sub-bacia do rio Monteiro, rio Taperoá, riacho Namorados), quanto porções da bacia com açudes bastante alcalinos, produtivos e ricos em nutrientes que drenam a região metropolitana de Campina Grande (sub-bacia do Bodocongó, Açude Velho, entre outros). Por esta posição estratégica pode-se dizer que Acauã é um sistema-síntese dos eventos e condições da bacia do rio Paraíba, refletindo as condições ambientais da região, tais como, tipo de solo, bacia de drenagem, influência antrópica e variações climáticas.

Os resultados de Acauã corroboram com os resultados obtidos por outros pesquisadores e reforçam a hipótese de que os açudes do semi-árido nordestino estão sujeitos a variações anuais do nível das águas que atua como principal fonte reguladora de seus processos ecológicos.

Entretanto, apesar da matriz de dados geradas neste trabalho manter estreita ligação com as características ambientais dos ecossistemas aquáticos a montante desta, Acauã expressa peculiaridades físicas, químicas e biológicas que a tornam um sistema ímpar na bacia do rio Paraíba.

8. Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. Washington D.C.: American Public Health Association, 1995, 1600p.

BARBOSA, J. E. L. & MENDES, J. S. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semi-árido paraibano. In: X Reunião Brasileira de Ficologia, 2005. Série Livros 10 do Museu Nacional, Rio de Janeiro, **Anais...** João Pessoa, 2005, págs: 339 a 360.

BONETO, C. A. Los sedimentos en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes. In: LOPRETTO, E. C. & E TELL, G. (eds). **Ecosistemas de águas continentales: metodologías para su estudio**. Vol 2. Buenos Aires: Ediciones Sur. 1995. 377p.

BOUVY, M.; NASCIMENTO, S.; MOLICA, R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V. L. M. & AZEVEDO, S. M. F. O. **Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought**. Dordrecht, 493: 2003. p 115–130.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecosistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido**. São Paulo, 1995. Tese de Doutorado, Departamento de Hidráulica e Saneamento Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 192p.

CHELLAPPA, N. T.; COSTA, I. A. S.; ARAÚJO, M. F. F. Estudo do fitoplâncton da Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, Assu, RN. **Acta Limnologia Brasiliensia**, vol. 10, nº. 1, p. 68 - 77.1998.

DINIZ, C. R. **Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários utilizados para consumo humano**. Campina Grande, 1995. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. 143p.

DINIZ, C. R. **Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias em dois açudes do trópico semi-árido (PB)**. Campina Grande, 2005. Tese de Doutorado, Programa Institucional de Pós-graduação em Recursos Naturais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande. 2005. 194p.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1978. 214p. (IBP handbook, 8).

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Estudo de Impacto Ambiental da Barragem de Acauã**. Vol. 1- IBI - Engenharia Consultiva LTDA, 1999. 268p

HAMBRIGHT, K. D., M. GOPHEN & S. SERRUYA. Influence of long term climatic changes on the stratification of a tropical, warm monomictic lake. **Limnol. Oceanography**. Vol. 39. p. 1233-1242. 1994

HELLAWEL, J. M. **Biological indicators of freshwater pollution and environmental management**. Chichester: Elsevier Applied Science, 1986. 546p.

HENRY, R. & HEAT B. Termical structure and dissolved oxygen in brassilina reservoirs. In: TUNDISI, J.G. & STRANSKRABA, M. (Eds). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology, 1999.

JEFFREY, S.W.; MANTONA, R.F.C & WRIGHT, S.W. **Espectrophotometric and fluorometric equations in cammom use in oceanography**. Paris: UNESCO Publishing, 1997.

LEWIS Jr., W.M. Temperature, heat, and mixing in Lake Valencia, Venezuela. **Limnol. Oceanography**. Vol. 28 (2), p: 273-286.1983a.

LEWIS, Jr W.M. A revised classification of lakes based on mixing. **J. Fish. Aquatic. Science**, vol. 40, p: 1779–1787. 1983b.

LEWIS, Jr., W. M. **Tropical limnology**. Ann. Rev. Ecol. Syst. Vol. 18, p: 159–184. 1987.

LEWIS, Jr W. M. Tropical lakes: how latitude makes a difference. In: TIMOTIUS, K. H. & GÖLTENBOTH F. (Eds). **Tropical Limnology**. Vol. 1. Indonesia: Satya Wacana Christian University, Salatiga, p: 29–44.1995.

(LMRS) Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto. **Dados pluviométricos da Região que compreende o reservatório Acauã e volume do reservatório Acauã, PB.** 2005. Disponível em: <http://www.lmrs.pb.gov.br/>. Acesso em: 15 de Agosto de 2005.

MACKERETH, F. Y. H.; HERON, J. G. & TALLING, J. J. **Water analysis: some revised methods for limnologists Freshwater.** Biological Assoc. 36, 1978. 120p.

MANLY, D. F. J. **Multivariate statistical methods.** London: Chapman & Hall, 1986. 215p.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Barcelona: Omega, 1983, 1010p.

MENDES, J. S.; BARRBOSA, J. E. L. O índice de estado trófico como ferramenta no monitoramento da qualidade de água da barragem de Acauã: sistema recém construído sobre o rio Paraíba – PB. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental, 2004, Natal. **Anais...** Natal, 2004. p. 54–64.

MENDES, J. S.; BARRBOSA, J. E. L.; WATANABE, T. Dinâmica da composição e biomassa fitoplanctônica durante a fase de enchimento da Barragem de Acauã, Itatuba – Paraíba. In: IX Congresso de Limnologia, Juiz de Fora, 2003. **Resumos**, Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2003.

MOLLE, F. **Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes.** Recife, SUDENE-DPG-PRN-GT.HME, 1989. 172p.

PAGIORO, T.; THOMAZ, S. M. & ROBERTO, M. C. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. IN: RODRIGUES, L. *et al.* **Biocenoses em reservatórios:** Padrões espaciais e temporais. São Carlos: Rima, 2005. p.17-37.

PAYNE, A. I. **The ecology of tropical lakes and rivers.** New York: John Wiley & Sons. 1986. 301p.

POOPLE, H. H. & ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurement of submarine illumination through out the year. **Jour Mar. Biol. Assoc**, vol. 16. p. 297-324. 1929.

SHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre, ed. Universidade Federal do Rio grande do Sul, 1985, 533p.

TALLING, J. F. **Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African Waters.** Proceedings of the Royal Society B., Londres, v. 147, p. 57-83, 1957.

TAVARES, J. L. **Evolução da eutrofização em uma represa nordestina de recente formação. Represa São Salvador – Sapé – PB.** Campina Grande, 2000. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba. 141p.

TOLEDO JR., A P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J. & AGUDO, E.G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 12, 1983, Camboriú. **Anais...** Camboriú, 1983, 1983. p.1-34.

TOWNSEND, S. A., J. T. Luong-Van & K. T. Boland, Retention time as a primary determinant of colour and light attenuation in two tropical Australian reservoirs. **Freshwater. Biol**, vol. 36. p. 57–69.1996.

WATANABE, T.; GADELHA, C. L. M. & PASSERAT – DE – SILANS, A. M. Análise estatística da relação entre a presença de plantas aquáticas e parâmetros físico-químicos da água de açudes. In: Congresso Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 8, 1989, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1989.

WETZEL, R. G. **Limnologia.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993, 919p.

Atributos da comunidade fitoplanctônica nas escalas espaço-temporal do reservatório de Acauã, trópico Semi-Árido Paraibano.

LINS, R. P.¹ & BARBOSA, J. E.²

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

E - mail: rucelinelins@pop.com.br

²Professor Titular do Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba/UEPB.

E-mail: ethambarbosa@hotmail.com

1. Resumo

Este trabalho apresenta informações sobre a ecologia da comunidade fitoplanctônica de um reservatório do semi-árido da Paraíba: Acauã ($7^{\circ}27,5'3''S$ e $7^{\circ}28'31,4''S$ e as longitudes $35^{\circ}35'52,6''W$ e $35^{\circ}35'3,4''W$), considerando as alterações do ciclo hidrológico e do estado trófico como principais fatores de mudança na dinâmica do ambiente aquático. Os resultados baseiam-se em amostragens mensais entre os períodos de agosto de 2004 a julho de 2005 em seis estações de coleta. Foram analisados os descritores da estrutura da comunidade fitoplanctônica (composição, riqueza numérica de táxon, densidade, clorofila *a*, feofitina, produção primária líquida, diversidade e equidade). A comunidade fitoplanctônica apresentou riqueza específica baixa (64 táxons), sendo Chlorophyceae a classe com o maior número de táxons, e as Cianobactérias com maiores densidades dominaram. *Oscillatoria lauterbornii* e *Cylindrospermopsis raciborskii* foram as espécies que mais contribuíram para os altos valores de densidade total, inclusive ao longo da coluna d'água. O predomínio das duas espécies de Cianobactérias e a dominância em alta densidade certamente foram responsáveis pela baixa riqueza específica e reduzida diversidade e equidade da comunidade fitoplanctônica no reservatório. Apesar de relativa distribuição no perfil vertical, a habilidade da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* em tolerar baixas luminosidades não se confirmou visto que a atividade fotossinteticamente ativa, restringiu-se às camadas superiores à 50% de penetração de luz; relativamente mais quentes, oxigenadas e alcalinas. Os resultados de PPL mostram significativa relação com o OD e a clorofila *a*, e uma contundente variabilidade espaço-vertical em contraposição a temporal. A biomassa algal apresentou marcada diferença vertical entre os meses, mas não entre os pontos amostrados. Na coluna d'água, os maiores valores foram registrados de agosto a outubro de 2004, período em que é possível visualizar também uma acentuada estratificação biológica e altos teores de oxigênio dissolvido possivelmente em função de processos fotossintéticos. De maneira geral os atributos do fitoplâncton quali-quantitativos aqui discutidos, interferiram de maneira

significativa sobre a qualidade da água do reservatório, com prejuízos diretos para vida útil deste ecossistema. A presença de *Cylindrospermopsis raciborskii*, em todas as amostras, é um fator preocupante já que estas águas serão em futuro próximo destinadas ao consumo humano.

Palavra-chave: fitoplâncton, diversidade, equitatividade, dominância, distúrbio hidrológico, região semi-árida.

2. Abstract

This dissertation brings information about the ecology of the phytoplanktonic community of the Acauã reservoir located at the semi-arid region of Paraíba, (7°27,5'3"S e 7°28'31,4"S and longitude 35°35'52,6"W e 35°35'3,4"W), taking into account alteration in the hydrologic cycle and trophic state as the main indicator of changes in the aquatic environment's dynamics. The results are based on monthly collected samples and analyzed between August 2004 and July 2005 in six different parts of the reservoir. The following phytoplanktonic community indicators were analyzed: composition, taxon number, density, chlorophyll *a*, pheophytine, primary liquid production, diversity and equity. The phytoplanktonic community shows low specific richness (64 taxons) with most numbers belonging to Chlorophyceae. However, in terms of density, cyanobacteria prevail. *Oscillatoria lauterbornii* and *Cylindrospermopsis raciborskii* were the species that most contributed to the high value of total density even along water column. The prevalence in density of both cyanobacteria is certainly responsible for the low specific richness and reduced diversity and equity of the phytoplanktonic community of the lake. Despite the relative vertical distribution, the species *Cylindrospermopsis raciborskii* known endurance to low luminosity levels has not been proven since the photosynthetic activity in its prime is limited to the levels of 50% of light penetration, which are relatively warmer, more oxygenated and alkaline. The PPL results show significant relation to the dissolved oxygen and the chlorophyll *a*, a decisive spatial/vertical variable as opposed to the temporal one. The phytoplankton biomass presents a clear vertical difference between months, though not between the sample points of collection. In the water column, the biggest figures are recorded between August and October 2004, when it is possible to observe a clear intense biological stratification and high levels of dissolved oxygen due to the photosynthesis. On the whole, the quantitative and qualitative attributes of the phytoplankton discussed interfered significantly with the quality of the water in the reservoir posing hazards to the ecosystem's life. The presence of the *Cylindrospermopsis raciborskii* in all samples is

worrisome since the water of the reservoir is destined to human consumption in the near future.

Key words: phytoplankton, diversity, equitativity, dominance, hydrologic disturbance, Semi-arid region.

3. Introdução

O conhecimento da coexistência de grande número de espécies de algas e de fatores que produzem mecanismos que interferem na distribuição espacial e temporal destes organismos reveste-se de significativa importância para que se tenha uma compreensão adequada da estrutura dessa comunidade, bem como de sua dinâmica. As flutuações temporais e espaciais na composição e biomassa algal podem ser indicadores eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos (BARBOSA, 2002).

No Nordeste brasileiro novas demandas de investimento em pesquisa básica e aplicada no fitoplâncton têm surgido decorrentes, principalmente, da crescente ocorrência de florações de cianobactérias em seus ecossistemas aquáticos (BOUVY *et al.*, 1999, 2003; HUSZAR *et al.*, 2000; PANOSSO *et al.*, 2003; CHELLAPPA & COSTA, 2003; MENDES & BARBOSA, 2004). Este evento está muito ligado ao fato de que os reservatórios desta região possuem condições favoráveis ao desenvolvimento destas espécies, tais como, corpos d'água rasos, estabilidade na coluna d'água (baixo tempo de renovação), irradiações e temperaturas elevadas, além de valores de pH acima de 8,0. Acrescenta-se que, no recente histórico de relatos de contaminações por cianotoxinas, os eventos mais graves ocorreram no Nordeste (TEIXEIRA *et al.*, 1993; CARMICHAEL *et al.*, 2001).

Entretanto, o intenso processo de eutrofização artificial derivado do indiscriminado grau de ocupação e uso das bacias hidrográficas ambientalmente insustentável, tem se constituído na principal causa do aumento da ocorrência de florações tóxicas de cianobactérias com conseqüente incorporação de cianotoxinas nos diferentes níveis da cadeia trófica (MARINHO *et al.*, 2005).

Na Paraíba, concentra-se na bacia do médio Paraíba o primeiro registro de florações de cianobactérias (BARBOSA & WATANABE, 2000; BARBOSA, 2002; BARBOSA & MENDES 2004). Os sistemas aquáticos desta bacia respondem por 1/3 do volume de acumulação do Estado e são o elo de sustentabilidade econômica e

social de 40% da população paraibana. A crescente poluição presente nesta bacia hidrográfica decorrente de fontes antropogênicas tem restringido a qualidade e, conseqüentemente, a utilização das águas para o abastecimento das populações humanas, ocasionando sérios problemas à saúde pública e ao meio ambiente (CEBALLOS, 1995; DINIZ, 2005).

Em Acauã estudos sobre o fitoplâncton tem particular importância não apenas pela já confirmada e recorrentes floração de *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, como também pelo papel estratégico que a qualidade das águas deste ecossistema terá na formulação de planos de usos múltiplos que esse reservatório representará no desenvolvimento regional.

Sendo assim, o presente trabalho tem como propósito analisar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica de modo que contemple as flutuações temporais em escalas espaciais, nos planos horizontal e vertical de um típico reservatório do trópico semi-árido nordestino e dessa forma contribuir com o entendimento e avanço da limnologia na Paraíba.

4. Área de estudo

O reservatório de Acauã, formado pelo barramento do Rio Paraíba, principal curso d'água da região em estudo, está situado na bacia hidrográfica denominada de médio Paraíba, entre as latitudes $7^{\circ}27,5'3''S$ e $7^{\circ}28'31,4''S$ e as longitudes $35^{\circ}35'52,6''W$ e $35^{\circ}35'3,4''W$ (Figura 1). Sua bacia hidráulica tem uma área de 1.725ha, abrangendo as zonas rurais dos municípios de Itatuba, Natuba e Aroeiras. Sua capacidade de acumulação é de $253.142,247m^3$. Segundo a classificação de Köpen, o clima é do tipo As' – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no outono e inverno. De acordo com as regiões bioclimáticas, o clima local é $3cth$ – mediterrâneo ou nordestino quente, com o período de estiagem durando de 4 a 5 meses e totais pluviométricos anuais variando de 700 e 900mm (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1999).

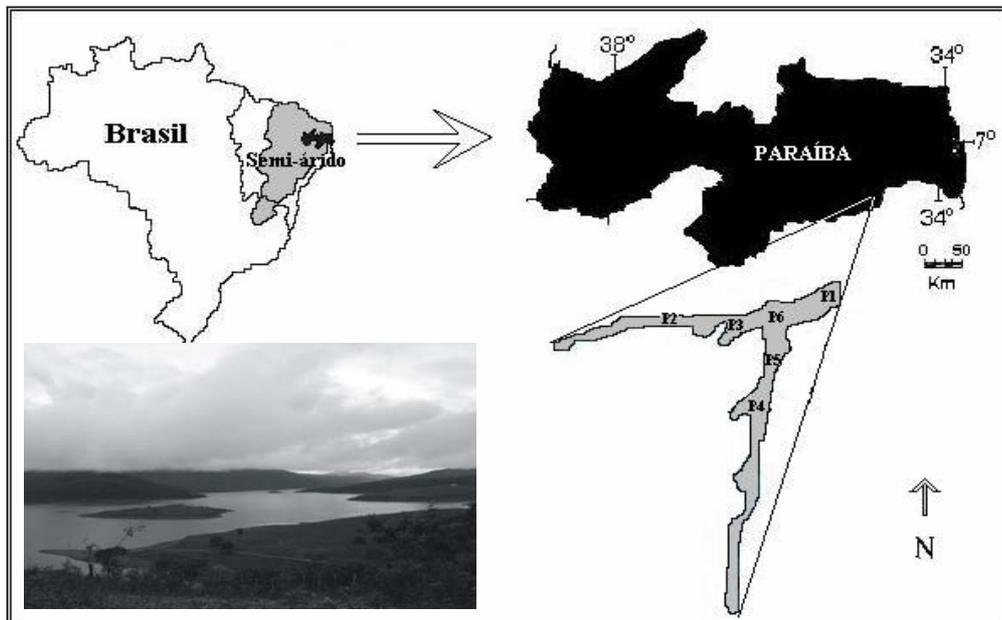


Figura 1: Mapa de localização das estações de coleta do Reservatório de Acauã e sua inserção na geografia regional.

5. Materiais e métodos

Para a presente pesquisa as coletas foram realizadas mensalmente, no período de agosto de 2004 a julho de 2005. As amostras foram coletadas em seis pontos georeferenciados e distribuídos de modo a se representar todos os compartimentos do reservatório: P1 ($7^{\circ}26'19,5''\text{S}$ $35^{\circ}33'48,9''\text{W}$) na zona de barragem; P2 ($7^{\circ}27,5'3''\text{S}$ $35^{\circ}35'52,6''\text{W}$) e P3 ($7^{\circ}27'0,6''\text{S}$ $35^{\circ}35'23,3''\text{W}$) no braço do rio Paraibinha; P4 ($7^{\circ}28'31,4''\text{S}$ $35^{\circ}35'3,4''\text{W}$) e P5 ($7^{\circ}27'45,2''\text{S}$ $35^{\circ}34'53,1''\text{W}$) no braço do rio Paraíba e P6 ($7^{\circ}26'58,4''\text{S}$ $35^{\circ}34'48,8''\text{W}$) na confluência dos dois rios. Na zona de barragem as coletas foram realizadas na superfície, a 75%, 50% e 1% de penetração de luz e no fundo. Tais percentuais foram estimados a partir da extinção da zona eufótica medidos através do disco de Secchi. Nos demais pontos as coletas realizaram-se apenas na superfície.

Para o estudo qualitativo, as amostras foram coletadas com rede de plâncton, com abertura de malha de $20\mu\text{m}$, através de arrasto horizontal na superfície da água. Depois de coletadas as amostras foram acondicionadas em frascos de aproximadamente 200ml e preservadas com formol a 4% neutralizado com bórax saturado. A identificação dos organismos foi feita utilizando-se um microscópio binocular Olympus CBA, com até 1000 vezes de aumento, equipado com câmara clara e aparelho fotográfico. Os táxons foram identificados a partir de amostras populacionais, sempre que possível a níveis específicos e infra-específicos, analisando-se as características morfológicas e morfométricas das vidas vegetativas e reprodutivas. O sistema de classificação para cada classe seguiu as indicações de Parra e Bicudo (1995).

Para as análises quantitativas as amostras foram coletadas com garrafa do tipo Van Dorn de 5 litros de capacidade nas profundidades pré-estabelecidas. As contagens foram realizadas com o auxílio de um microscópio invertido da marca Carl Zeiss com aumento de até 40X, através do método de sedimentação de Utermöhl (1958), seguindo as recomendações de Lund *et al.*, (1958). Cada célula, cenóbio,

colônia ou filamento foi considerado como um indivíduo. Em todas as amostras as contagens dos indivíduos foram realizadas em transectos horizontais e verticais, tantos quantos fossem necessários para atingir, no mínimo, 100 indivíduos da espécie mais freqüente, de modo que o erro fosse inferior a 20%, com um coeficiente de confiança acima de 95%. O número de indivíduos por unidade de volume foi calculado segundo Ross (1979).

Os teores de clorofila *a* foram calculados utilizando-se acetona 90% como solvente e foi utilizada a fórmula proposta por Lorenzen (1967) descrita em Jeffrey *et al.*, (1997), para determinação das concentrações em µg/L.

Para determinação da produção primária foi utilizado o método do oxigênio dissolvido de Gaarder & Gran (1927), que consiste em colocar amostras e incluí-las em profundidades pré-estabelecidas em função da transparência e penetração de luz. No ambiente em estudo, a produção foi medida através da incubação dos frascos claros e escuros na superfície, a 75%, 50% e 1% de penetração de luz e no fundo, durante o período de 2 horas (10:00 às 12:00 horas).

Para definir as espécies abundantes e/ou dominantes, adotou-se os critérios propostos em Lobo & Leighton (1986), que consideram espécies dominantes aquelas cujas densidades relativas superam 50% da densidade total da amostra e aquelas cujas densidades relativas superam a densidade média da amostra são consideradas abundantes. Espécies raras foram aquelas registradas em uma única amostra, quando considerado cada mês do período estudado.

A partir da densidade obtida com os dados da análise quantitativa das amostras, foram calculados índices estatísticos referentes à estrutura da comunidade. São eles:

Índice de diversidade (SHANNON & WEAVER, 1963) (bits. Ind⁻¹):

$$H' = -\sum \frac{(ni/N)}{\log_2(ni/N)}$$

onde: ni: numero de indivíduos de cada espécie
N: numero total de indivíduos da amostra

Índice de Uniformidade ou Equitabilidade (PIELOU, 1975):

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

onde: H': índice de diversidade
S: número de espécies

O tratamento estatístico dos dados foi feito a partir de análise descritiva através dos cálculos da média aritmética como medida de tendência central. O grau de dispersão absoluta foi medido através do desvio padrão e como tendência de dispersão relativa foi usado o coeficiente de variação de Pearson (CV). Com a finalidade de estabelecer o nível de significância dos valores obtidos para as diferentes estações de coleta, profundidades e épocas de amostragem, foram utilizadas técnicas de análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5% usando o programa estatístico Instat para Windows, versão 3.0.

6. Resultados e discussão

O inventário taxonômico dos representantes da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Acauã totalizou 64 táxons, classificados em 6 classes, 6 ordens, 21 famílias e 41 gêneros, conforme segue:

CYANOPHYCEAE

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus turgidus (Nägeli 1849)

Merismopediaceae

Gomphosphaeria sp. (Kützing 1836)

Merismopedia tenuissima (Meyen 1839)

Merismopedia punctata (Meyen 1839)

Microcystaceae

Microcystis aeruginosa (Kützing ex Lemmermann 1907)

Nostocales

Nostocaceae

Anabaena affins (Bory ex Bornet & Flahault 1888)

Anabaena spiroides (Bory ex Bornet & Flahault 1888)

Anabaenopsis circularis ((Woloszýnska) Millar 1923)

Cylindrospermopsis raciborskii ((Woloszýnska) Seenayya & Subba Raju 1972)

Oscillatoriales

Oscillatoriaceae

Lyngbya sp. (C. Agardh ex Gomont 1892)

Oscillatoria lauterbornii (Vaucher ex Gomont 1892)

Oscillatoria princeps (Vaucher ex Gomont 1892)

Oscillatoria sp. (Vaucher ex Gomont 1892)

Oscillatoria tenuis (Vaucher ex Gomont 1892)

Phormidiaceae

Phormidium sp. (Kützing ex Gomont 1892)

Planktothrix sp. (Anagnostidis & Komárek 1988)

CHLOROPHYCEAE

Volvocales

Chlamydomonadaceae

Carteria sp. (Diesing 1866 emend. Francé 1893)

Chlamydomonas ehrenbergi (Ehrenberg 1835)

Chlamydomonas reinardi (Ehrenberg 1835)

Volvocaceae

Eudorina elegans (Ehrenberg 1832)

Chlorococcales

Chlorococcaceae

Monoraphidium contortum

Monoraphidium griffithii

Monoraphidium irregulare

Schroederia setigera (Lemmermann 1898)

Tetraëdron minimum (var. *Scrobiculatum*) (Kützing 1845)

Tetraëdron muticum (Kützing 1845)

Dictyosphaeriaceae

Dictyosphaerium ehrebergianum (Nägeli 1849)

Dictyosphaerium pulchellum (Nägeli 1849)

Micractiniaceae

Golenkinia radiata (Chodat 1894)

Micractinium pussilum (Fresenius 1858)

Micractinium quadrisetum (Fresenius 1858)

Micractiniaceae

Microspora sp. (Thuret 1850)

Oocystaceae

Chlorella vulgaris (Beijerinck 1890)

Chlorella sp. (Beijerinck 1890)

Oocystis sp. (Nägeli 1855)

Selenastrum gracile (Reinsch 1867)

Scenedesmaceae

Actinastrum aciculare (Lagerheim 1882)

Coelastrum astroideum (Nägeli in Kützing 1849)

Coelastrum cambricum (Nägeli in Kützing 1849)

Coelastrum reticulatum (Nägeli in Kützing 1849)

Crucigenia tetrapedia (Morren 1830)

Scenedesmus acuminatus (Meyen 1829)

Scenedesmus arcuatus (var. *captatus*) (Meyen 1829)

Scenedesmus quadricauda (Meyen 1829)

Scenedesmus securiformis (Meyen 1829)

Desmidiaceae

Closterium sp. (Nitzsch ex Ralfs 1848)

Cosmarium sp. (Corda ex Ralfs 1848)

EUGLENOPHYCEAE

Euglenales

Euglenaceae

Euglena sp. (Ehrenberg 1830)

Phaccus sp. (Dujardin 1841)

Trachelomonas sp. (Ehrenberg 1833)

BACILLARIOPHYCEAE

Coscinodiscophyceae

Aulacoceira granulata (Thwaites 1848)

Cyclotella meneghiniana ((Kützing) Brébisson 1838)

Cyclotella stelligera ((Kützing) Brébisson 1838)

Bacillariophyceae

Gomphonema subtile (Ehrenberg 1832)

Cymbella naviculiformes (C. Agardh 1830)

Cymbella sp. (C. Agardh 1830)

Gyrosigma scalproides (Hassall 1845)

Naviculaceae

Navicula sp1 (Bory 1822)

Navicula sp2 (Bory 1822)

Navicula sp3 (Bory 1822)

Navicula sp4 (Bory 1822)

Navicula sp5 (Bory 1822)

CRYPTOPHYCEAE

Cryptomonadaceae

Cryptomonas marsonii (Ehrenberg 1838)

DYNOPHYCEAE

Peridiniaceae

Peridinium volzii (Ehrenberg 1832)

Segundo Kalff & Watson (1986), os números de táxons presentemente contados em ambientes tropicais, para espécies fitoplanctônicas, concordam com uma faixa de variação de 94 a 143 táxons identificados. Acauã com 64 táxons catalogados manteve-se abaixo desta variação, sendo que em estudo anterior realizando durante o período de pós-barramento deste mesmo reservatório, foram identificados 46 táxons (MENDES & BARBOSA, 2005).

Baixa biodiversidade é sempre esperada em ambientes aquáticos com lago em formação (Tundisi, 1990). Particularmente para Acauã a fase de pré-enchimento (janeiro/01 a janeiro/04) e o primeiro ano de pós-enchimento (fevereiro/04 a julho/05) se constituíram em fases críticas para o ecossistema, apresentando instabilidade nos codeterminantes limnológicos impondo forte tensão ao sistema, fato que certamente desloca sua estrutura biótica para níveis críticos, reduzindo a quantidade de informações sobre as comunidades. Em Acauã desde o início da formação do lago, a

eutrofização tem sido o processo que mantêm o ecossistema sob pressão, restringido os níveis de informação trófica, os elos das cadeias alimentares, simplificando sua diversidade.

A classe Chlorophyceae foi a de maior riqueza específica (Fig. 2), contribuindo com 48,4% dos táxons identificados, sendo as espécies *Chlamydomonas ehrenbergi*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium irregulare*, *Chlorella vulgaris*, *Selenastrum gracile* e *Closterium sp*, as mais freqüentes durante todo período estudado (100% de freqüência). A maior representatividade qualitativa das Chlorophyceae no reservatório corrobora com a evidência de que, tanto em lagos tropicais como temperados, a divisão Chlorophyta contribui com a maioria das espécies (LEWIS, 1978; HUSZAR, 1994; RAMIREZ, 1996; CALIJURI, 1999; BARBOSA, 2002). Em seguida, a classe Cyanophyceae representou 25,0%, sendo as espécies *Croococcus turgidus*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Oscillatoria lauterbornii*, e *Planktothrix sp* as mais freqüentes (100%). As Bacillariophyceae representaram 18,75%, as Euglenophyceae 4,68%, as Cryptophyceae e Dinophyceae 1,56%.

A riqueza de espécies do ecossistema foi influenciada pelas chuvas e hidrodinâmica do reservatório ($r=0,63$ e $r=0,53$ $p<0,01$, respectivamente), mantendo alta variabilidade temporal e reduzida espacialmente (Tab. I). Dos 64 táxons identificados 58 foram observados no período seco que compreende de agosto de 2004 a fevereiro de 2005, dos quais 12 foram exclusivos deste período. No período chuvoso (março a julho de 2005), foram observados 52 táxons dos quais 6 foram exclusivos do período. A maior riqueza específica mensal observada foi de 41 espécies em julho de 2005, quando o reservatório estava com 100% de sua capacidade de acumulação. O mês de fevereiro com apenas 28 táxons identificados foi o que apresentou a menor riqueza específica. Lewis (1978), coloca que o desaparecimento de espécies em lagos é apenas aparente, sendo uma função da diminuição da probabilidade de registrá-las em épocas de baixa densidade.

Em Acauã o surgimento constante de espécies, principalmente no período chuvoso, mantendo uma taxa de incremento médio de táxons de 30% entre os meses de fevereiro a julho de 2005 (Fig 3B), ocorreu provavelmente devido ao processo de

recolonização por inóculos que persistem no reservatório e os que são trazidos das áreas adjacentes à bacia de drenagem durante a cheia.

Tabela I: Resultados da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações espaço-temporal da riqueza numérica de táxons analisados no reservatório de Acauã – PB, durante os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Estatística	Meses		Pontos	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
f	9.752	16.323	0.5195	0.2010
p	< 0.0001	< 0.0001	0.7217	0.9609

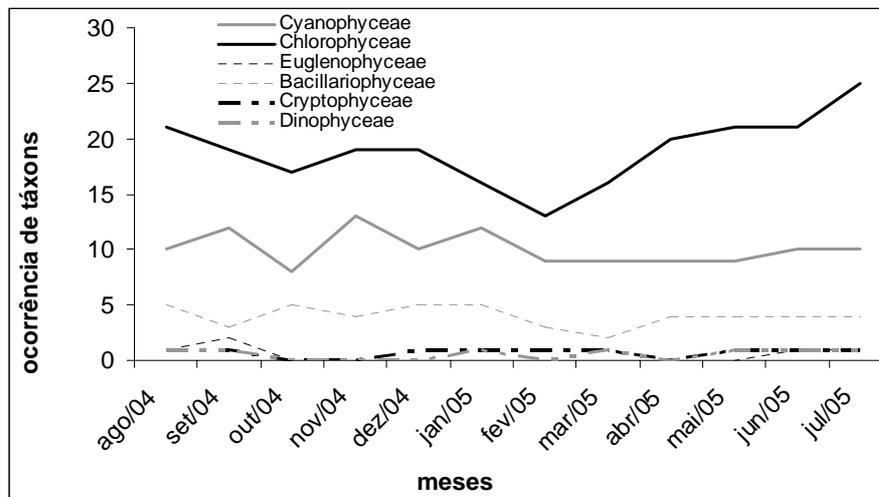


Figura 2: Mudanças temporais no número de táxons das classes fitoplanctônicas do reservatório de Acauã, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

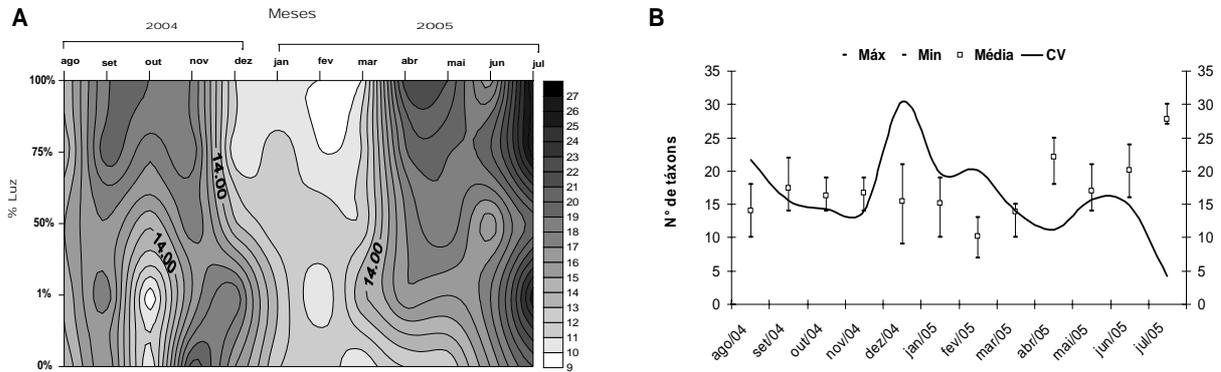


Figura 3: Diagrama de profundidade e tempo (A) e valores mensais máximos, mínimos, médios e coeficientes de variação (B) da riqueza numérica de táxons no Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

No que diz respeito aos aspectos quantitativos, a densidade total da comunidade fitoplanctônica foi marcada por alta variabilidade temporal, apresentando altas concentrações durante todo o estudo. Variações significativas ao longo do tempo podem ser observadas na tabela II. Perfis verticais (fig. 4A) demonstram, elevadas concentrações de organismos fitoplanctônicos em toda coluna d'água, porém com valores sensivelmente menores à medida que aumenta a profundidade.

Tabela II: Resultados da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações espaço-temporal da densidade total do fitoplâncton no reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Estatística	Meses		Pontos	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
f	11.097	12.173	1.618	0.5435
p	< 0.0001	< 0.0001	0.1827	0.7426

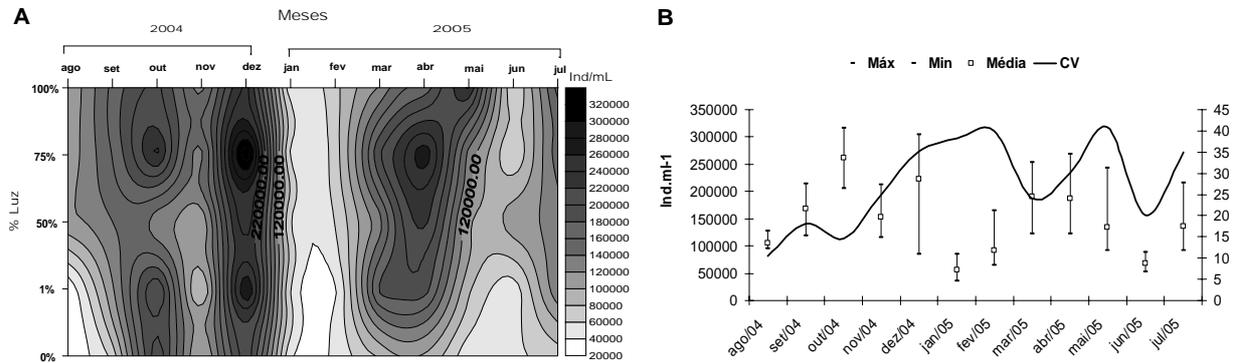


Figura 4: Diagrama de profundidade/tempo (A) e valores mensais máximos, mínimos, médios e coeficientes de variação (B) da densidade fitoplanctônica do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

Diferentemente da riqueza específica, a classe de maior contribuição na densidade total do fitoplâncton foi à classe Cyanophyceae, fato corroborado pelos valores de $r^2 = 0,9478$ e $p < 0,0001$ encontrados na análise de regressão simples e abundância relativa (Fig. 5 e 6).

A densidade das cianobactérias mostrou-se positivamente relacionada com pH, o oxigênio dissolvido, o íon amônio, a clorofila *a* e a produtividade primária líquida e negativamente com a condutividade elétrica, transparência, fósforo total particulado e dissolvido, nitrato e índice de diversidade (Tab. IV). As espécies que mais contribuíram para a dominância das cianobactérias na densidade total foi *Oscillatoria lauterbornii* ($r=0,94$ $p<0,01$) com percentuais que variaram de 34,5% em maio de 2005 a 81,3% em agosto de 2004 e *Cylindrospermopsis raciborskii* ($r=0,75$ $p<0,01$) com percentuais que variaram de 15,5% a 76,1% (fevereiro e junho de 2005, respectivamente) Essas espécies também foram responsáveis pelos elevados valores de densidade fitoplanctônica observadas na coluna d'água, principalmente a 75% de penetração de luz (Fig. 4A).

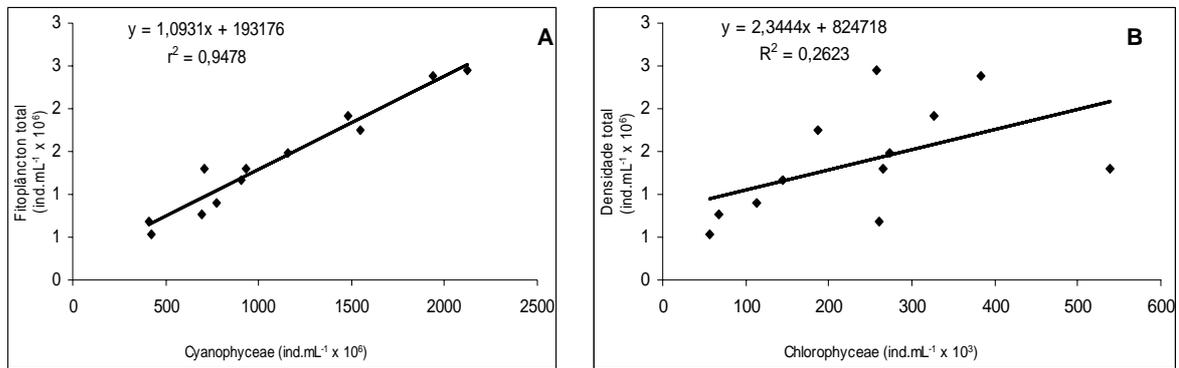


Figura 5: Regressão linear simples entre o fitoplâncton total e as densidades das Cyanophyceae (A) e Chlorophyceae (B) do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

Registros específicos de florescimentos de *Oscillatoria lauterbornii* no Brasil ainda não estão documentados. Entretanto, para açudes do semi-árido nordestino, Huszar *et al.*, (2000) e Chellappa & Costa (2003) fazem inferência à coexistência de espécies do gênero *Oscillatoria* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, sendo estas espécies dominantes durante o ciclo sazonal inteiro em ambientes turvos, rasos e ricos em nutrientes.

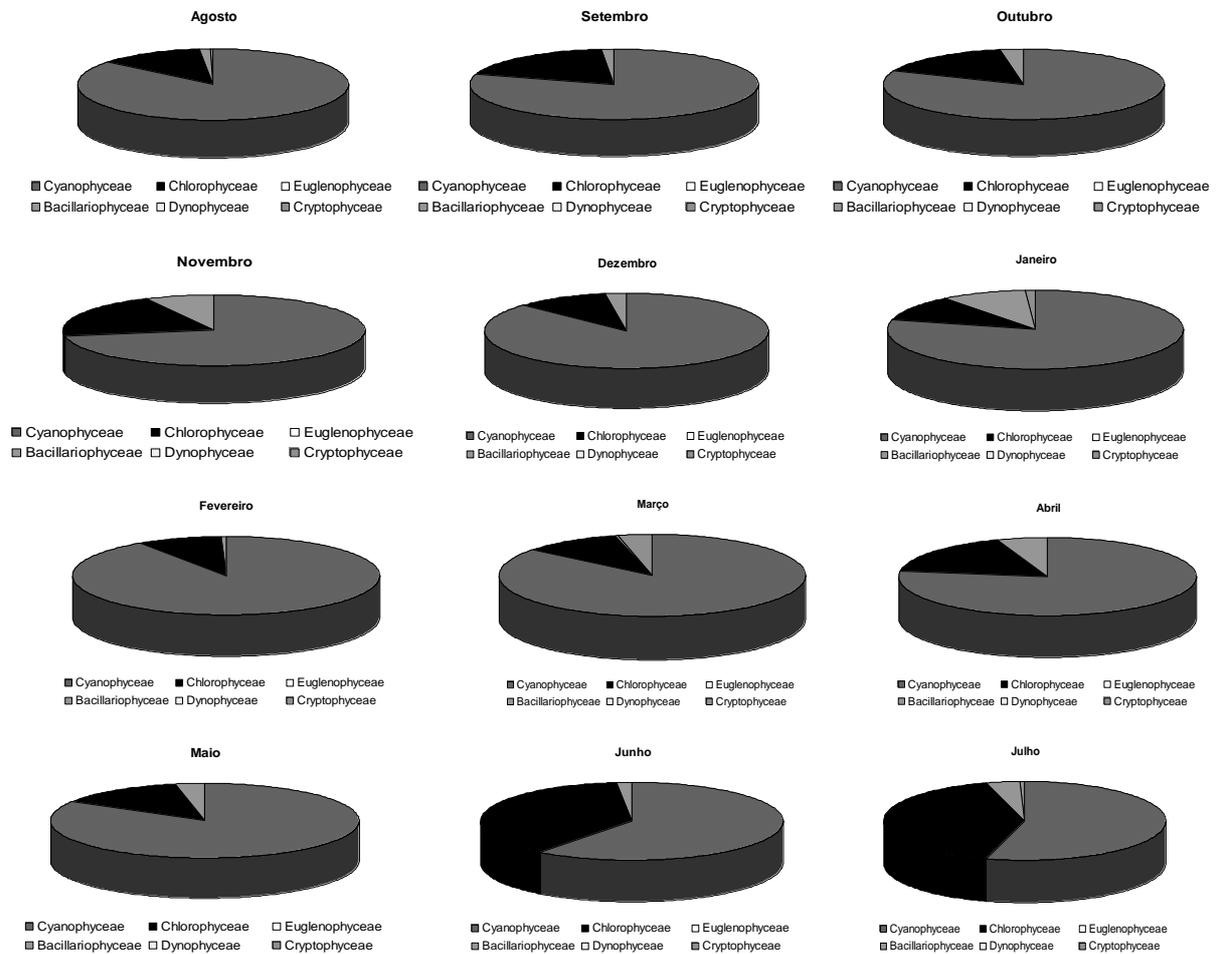


Figura 6: Abundância relativa das classes do fitoplâncton do Reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Com relação à espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* a recorrência de suas florações em sistemas aquáticos do semi-árido do Nordeste, torna esta espécie um dos mais importantes componentes das comunidades fitoplanctônicas (BOUVY *et al.*, 1999; 2000; 2003; HUSZAR *et al.*, 2000, PANOSSO *et al.*, 2003; CHELLAPPA & COSTA, 2003; MENDES & BARBOSA, 2004). Sua alta competitividade em ambientes eutrofizados, aliada à sua capacidade de formar florações e produzir toxinas, fazem desta espécie uma das cianobactérias mais estudadas, tanto do ponto de vista ecológico como de saúde pública. Duas das toxinas produzidas são a cilindrospermopsina, um alcalóide com ação no fígado e rins (OHTANI *et al.*, 1992, LAGOS *et al.*, 1999) e a potente toxina paralisante do tipo PSP (Paralytic Shellfish

Poisons), que age no sistema neuromuscular (LAGOS *et al.*, 1999). As florações e a produção de toxinas comprometem a qualidade da água para abastecimento, além de aumentarem consideravelmente os seus custos de tratamento (CARMICHAEL 1996, CODD, 2000).

A dominância no reservatório de Acauã de *Oscillatoria lauterbornii* e *Cylindrospermopsis raciborskii* em última análise é estabelecida pelas condições tróficas imperativas neste reservatório, ou seja, elevada alcalinidade, teores favoráveis de NH_4 e absorção de fósforo, elementos que favorecem a concentração de biomassa algal e sua produtividade. Entretanto a coexistência destas duas espécies em concentrações altas indica um sutil direcionamento pelas diferentes estratégias que as duas desempenham no ambiente.

A ocorrência de grande número de tricomas de *Cylindrospermopsis raciborskii* com heterocitos (próximo dos 70%) e de confirmada uma limitação de nitrogênio total dissolvido pelo cálculo da razão NTD: PT, a fixação de nitrogênio atmosférico deve ser considerada como um diferencial na coexistência com *Oscillatoria lauterbornii*. *Oscillatoria* é um gênero constituído de organismos de tricoma homocistados (apenas células vegetativas) não fixador de nitrogênio atmosférico (N_2). No processo competitivo pelo nitrogênio dissolvido, ambas as espécies possuem relação estreita com o NH_4 , entretanto, *Cylindrospermopsis* pode lançar mão dos heterocitos como estratégia de fixação de N_2 necessário ao seu metabolismo. Isto foi evidenciado pelo alto número de tricomas heterocistados desta espécie durante o estudo.

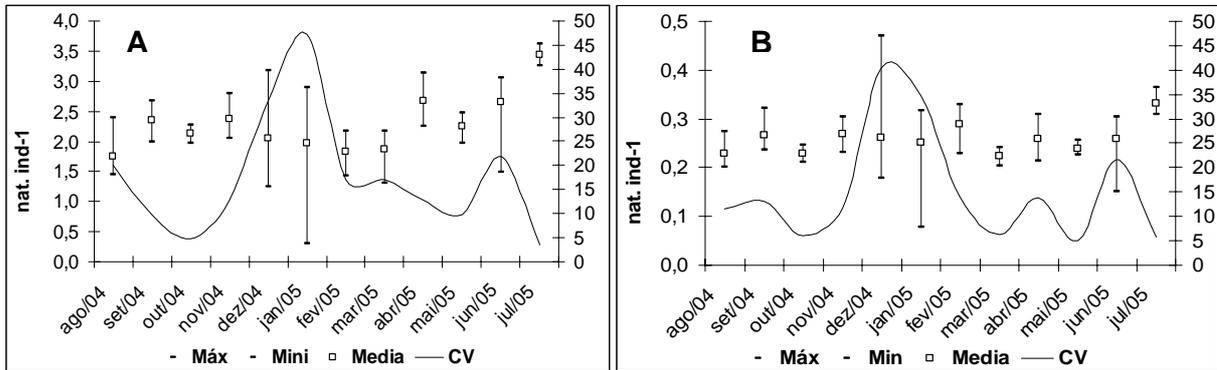


Figura 7: Valores mensais máximos, mínimos, médios e coeficientes de variação da diversidade (A) e equidade (B) da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

O predomínio das duas espécies de cianobactérias e a dominância em alta densidade certamente foi responsável pela baixa riqueza de espécie e reduzida diversidade e equidade da comunidade fitoplanctônica no reservatório (Fig. 7).

Para estimar a diversidade biótica, o índice de Shannon-Wiener é o mais amplamente aplicado. Este índice expressa a ação recíproca da riqueza numérica e da equidade sobre a diversidade e mostra, por conseguinte, resposta intermediária sendo, por isso, conveniente separar o efeito destes componentes sobre a mesma (ODUM, 1972; RAMIREZ, 1996). Para a comunidade fitoplanctônica de Acauã, análises de regressões simples foram providenciadas para a notação desta influência (Fig.8). Estatisticamente, maior valor do índice r significa alta covariância direta ou inversa entre as suas variáveis estudadas, enquanto que o grau de inclinação da curva mostra a sensibilidade da diversidade frente à riqueza numérica de táxons ou a equidade (RAMIREZ, 1996).

As análises evidenciam a riqueza de táxons (Fig. 8B) como a variável de maior influência sobre a diversidade. Esta constatação é conseqüência do fato que com o aumento da densidade de cianobactérias e sua baixa coexistência com espécies de outros grupos taxonômicos, amplia a taxa de dominância específica, reduzindo o número de táxons e, por conseguinte a equidade da comunidade fitoplanctônica (Fig. 8A).

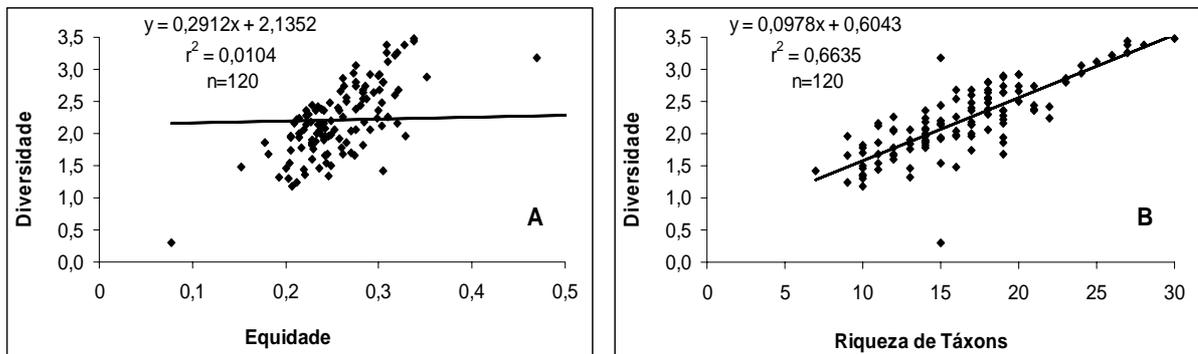


Figura 8: Análise de regressão linear simples entre a diversidade específica com a equidade (A) e a riqueza de táxons (B).

Além disso, alguns outros fatores ambientais que favorecem o sucesso ecológico destas espécies, principalmente, *Cylindrospermopsis raciborskii*, ocorrem com relativa freqüência. As condições levemente salinas do reservatório (PADISÁK, 1997), altas temperaturas (BITTENCOURT-OLIVEIRA & MOLICA, 2003), condutividade elevada e pH alcalino (BOUVY *et al.*, 2000) além da capacidade de migrar na coluna d'água distribuindo-se verticalmente em praticamente todos os perfis (PADISÁK, 1997).

Entretanto, apesar de relativa distribuição no perfil vertical, a habilidade desta espécie em tolerar baixa luminosidade não se confirmou. Analisando-se a figura 9, que expressa as taxas de produtividade primária líquida (PPL) entre os meses de outubro/04 a julho/05 (agosto e setembro de 2004 não foram amostrados), a atividade fotossinteticamente ativa, restringiu-se às camadas superiores à 50% de penetração de luz; relativamente mais quentes, oxigenadas e alcalinas. Os resultados de PPL mostram significativa ($p < 0,01$) relação com o OD ($r = 0,39$) e a clorofila *a* ($r = 0,29$), e uma contundente variabilidade espaço-vertical ($p < 0,0001$ e $f = 14,291$) em contraposição a temporal ($p = 0,9461$ e $f = 3625$).

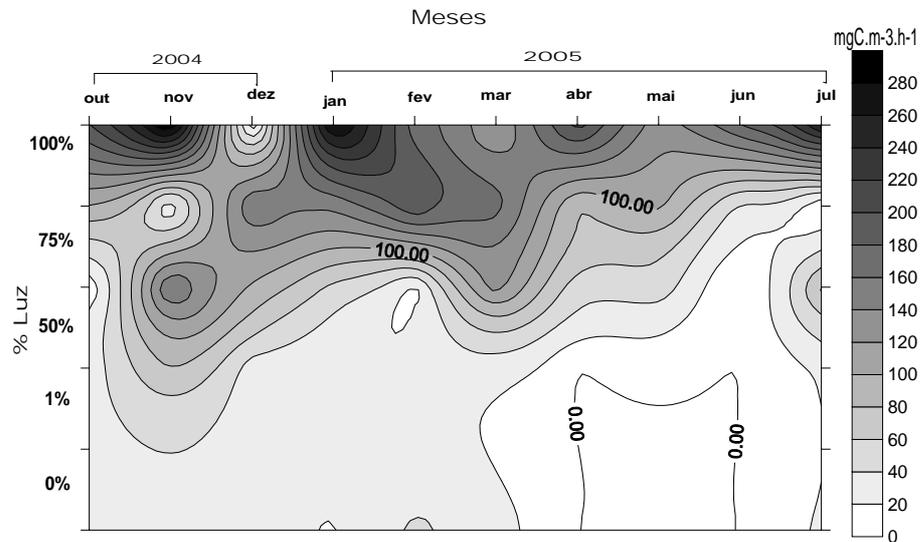


Figura 9: Diagrama de profundidade/tempo da produtividade primária líquida da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005.

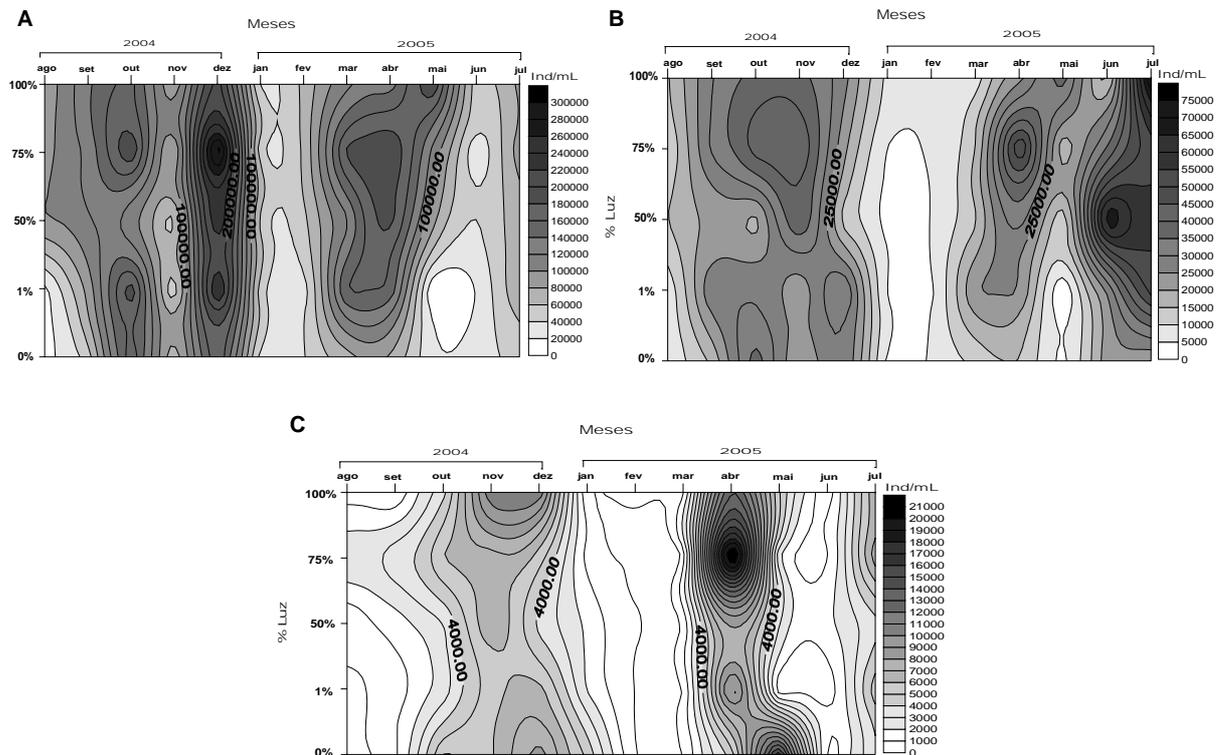


Figura 10: Diagrama de profundidade e tempo da densidade total da classe Cyanophyceae (A), Chlorophyceae (B) e Bacillariophyceae (C) do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

A biomassa algal, representada pelos teores de clorofila *a*, apresentou marcada diferença vertical entre os meses, mas não entre os pontos amostrados, fato corroborado pelos resultados da ANOVA expressos na tabela III. Verticalmente (Fig. 11A), é possível observar que os maiores valores nos teores de clorofila *a* foram registrados nos meses de agosto a outubro de 2004, período em que é possível visualizar também uma acentuada estratificação biológica na coluna d'água. Comportamento semelhante foi observado nos teores de oxigênio dissolvido expressos no capítulo I, possivelmente em função de processos fotossintéticos. Horizontalmente (Fig. 12), observa-se pouca variabilidade espaço-horizontal na maioria dos meses amostrados (Tab. III), exceção feita aos meses de setembro de 2004 e julho de 2005, cujos coeficientes de variação foram de 158,6% e 167,2% respectivamente. Os altos teores de clorofila *a* registrados no reservatório refletem, sobretudo, as cargas potenciais de nutrientes carreados para dentro deste corpo aquático e as conseqüências são sentidas no ambiente como: cor, odor e gosto desagradáveis na água, comprometendo desta forma sua qualidade.

Tabela III: Resultados da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações espaço-temporal dos teores de clorofila *a* do reservatório Acauã – PB, durante os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

Parâmetro	Estatística	Meses		Pontos	
		Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	f	5.855	0.8636	1.193	0.9314
	p	< 0.0001	0.5794	0.3242	0.4665

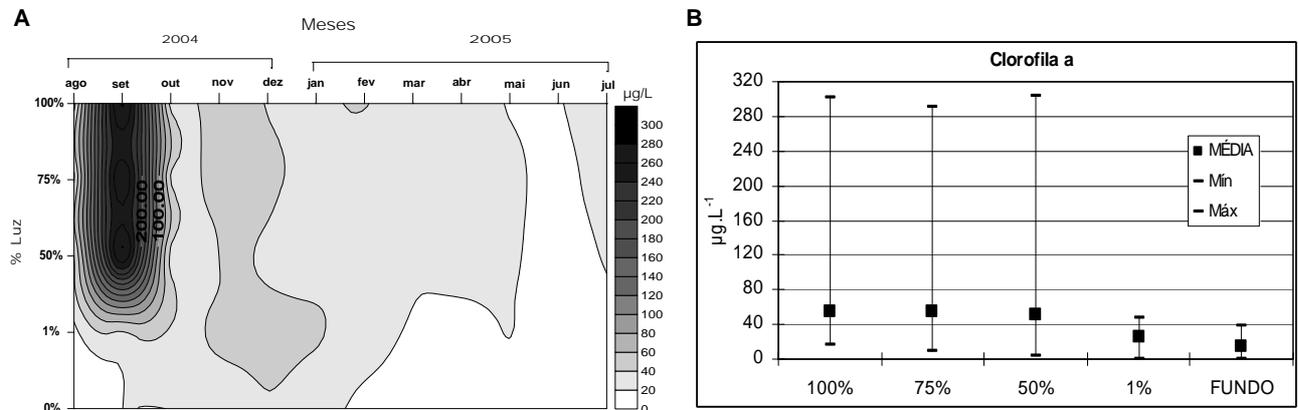


Figura 11: Diagrama de profundidade e tempo e valores mínimos, médios, máximos dos teores de clorofila a das águas do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

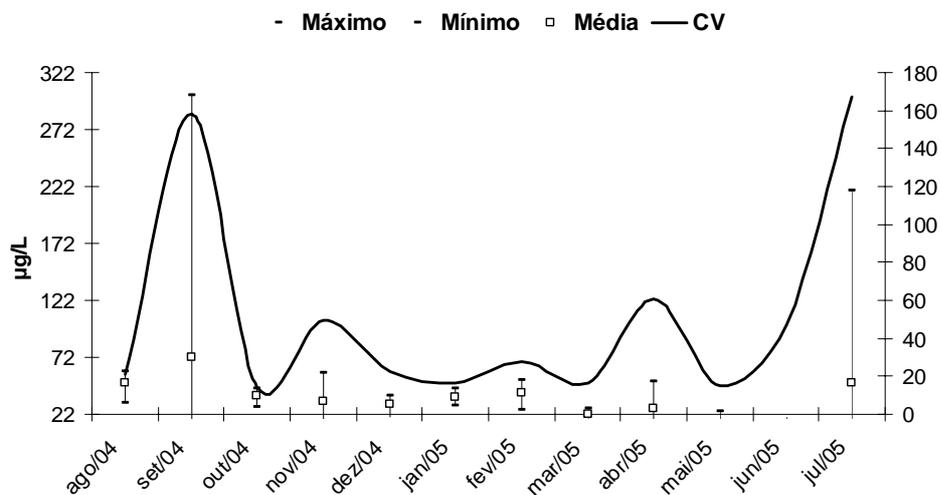


Figura 12: Valores mínimos, médios, máximos e coeficiente de variação horizontal dos teores de clorofila a das águas do reservatório de Acauã – PB, entre os meses de agosto de 2004 a julho de 2005.

De maneira geral os atributos do fitoplâncton quali-quantitativos aqui discutidos, indiscutivelmente, interferiram de maneira significativa sobre a qualidade da água com prejuízos diretos para vida útil deste ecossistema. Apesar de recém construído, todas as análises realizadas no reservatório de Acauã apontam para um estado de trofia preocupante, haja vista o emprego do índice de estado trófico em todos os pontos para todas as épocas caracterizam o ambiente em estado de eutrofia. O efeito desta hipereutrofização se faz pelas altas cargas de nutrientes provenientes de sua bacia de drenagem e ocorrências de algas potencialmente tóxicas, o que é um problema preocupante ao futuro uso deste manancial para abastecimento humano.

Desde a década de 90, vem se tornando crescente o registro de florações de *Cylindrospermopsis* em ecossistemas aquáticos brasileiros. Estas florações em águas destinadas ao abastecimento público caracterizam um sério problema à saúde pública, pois estas algas são capazes de produzir diversas toxinas que causam danos em tecidos nervosos, hepáticos e cutâneos. É bastante nítida a influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água do reservatório de Acauã, fazendo-se necessário, portanto, a implantação imediata de um programa de controle e gerenciamento deste sistema, bem como uma avaliação precisa da ocorrência de cianotoxinas na água deste reservatório, para evitar riscos à saúde pública.

Tabela IV: Matriz de Correlação das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas do reservatório de Acauã, entre os meses de Agosto de 2004 a Julho de 2005. ($p < 0,01$ N= 50)

	Vol	Prec	T°C	pH	CE	Tran	PT	PO ₄	OD	NH ₃	NO ₂	NO ₃	Alc	Cla	Feo	Táx	Den	Cyl	Osc	Cya	PPL	Div	Eq	
Vol	1,00																							
Prec	0,52	1,00																						
T°C	-0,77	-0,44	1,00																					
pH	-0,62	-0,48	0,50	1,00																				
CE	0,17	0,71	-0,06	-0,43	1,00																			
Tran	0,53	0,56	-0,46	-0,43	0,40	1,00																		
PT	0,47	0,49	-0,49	-0,41	0,31	0,27	1,00																	
PO ₄	0,61	0,66	-0,50	-0,63	0,64	0,49	0,60	1,00																
OD	-0,30	-0,16	0,35	0,76	-0,28	-0,45	-0,21	-0,35	1,00															
NH ₃	-0,28	0,15	0,23	0,06	0,16	0,05	-0,19	0,00	-0,09	1,00														
NO ₂	0,13	0,21	-0,11	-0,55	0,13	0,21	0,02	0,02	-0,56	0,21	1,00													
NO ₃	0,47	0,65	-0,32	-0,50	0,60	0,38	0,59	0,48	-0,37	-0,06	0,39	1,00												
Alc	-0,11	-0,12	-0,04	0,27	-0,05	-0,40	-0,03	0,02	0,26	0,11	-0,38	-0,20	1,00											
Cla	-0,13	-0,44	0,19	0,58	-0,54	-0,48	-0,25	-0,40	0,69	-0,31	-0,45	-0,38	0,20	1,00										
Feof	0,11	0,34	-0,09	-0,43	0,22	0,32	0,10	0,15	-0,42	0,04	0,40	0,32	-0,35	-0,58	1,00									
Táx	0,53	0,63	-0,41	-0,17	0,42	0,47	0,33	0,45	0,02	-0,08	-0,10	0,51	0,01	-0,02	0,09	1,00								
Den	0,01	-0,07	-0,04	0,38	-0,21	-0,16	-0,24	-0,20	0,30	0,30	-0,32	-0,17	0,39	0,25	-0,27	0,14	1,00							
Cyl	0,30	-0,02	-0,26	0,18	-0,21	0,25	-0,13	-0,05	0,13	0,15	-0,26	-0,12	0,15	0,15	-0,21	0,25	0,75	1,00						
Osc	-0,13	-0,22	0,09	0,41	-0,25	-0,37	-0,30	-0,30	0,25	0,32	-0,30	-0,23	0,44	0,22	-0,28	-0,05	0,94	0,59	1,00					
Cya	-0,12	-0,22	0,08	0,44	-0,28	-0,28	-0,30	-0,31	0,29	0,29	-0,32	-0,24	0,39	0,25	-0,30	-0,03	0,97	0,70	0,97	1,00				
PPL	-0,04	-0,14	0,18	0,20	-0,20	-0,27	-0,12	-0,13	0,39	-0,13	-0,01	-0,18	0,01	0,29	-0,21	-0,04	0,23	0,14	0,25	0,27	1,00			
Div	0,57	0,66	-0,51	-0,23	0,36	0,54	0,48	0,54	0,00	-0,21	-0,15	0,43	-0,03	-0,05	0,22	0,84	-0,11	0,10	-0,31	-0,30	-0,19	1,00		
Eq	0,17	0,00	-0,23	-0,03	-0,15	0,14	0,05	-0,01	-0,05	-0,14	-0,11	-0,10	-0,02	-0,07	-0,04	-0,13	0,10	0,15	0,07	0,08	-0,10	0,01	1,00	

LEGENDA:

Vol = Volume
 Prec = Precipitação
 T°C = Temperatura
 pH = Potencial Hidrogeniônico
 CE = Condutividade Elétrica
 Tran = Transparência
 PT = Fósforo Total

PO₄ = Ortofosfato Solúvel
 NH₃ = Amônia
 NO₂ = Nitrito
 NO₃ = Nitrato
 Alc = Alcalinidade
 Cla = Clorofila a
 Feof = Feofitina

Táx = Táxons
 Den = Densidade total
 Cyl = *Cylindrospermoopsis raciiborskii*
 Osc = *Oscillatoria lauterbornii*
 Cya = Cyanobactéria
 PPL = Produção Primária Líquida
 Div = Diversidade

Eq = Equidade

7. Referencias

BARBOSA, J. E. de L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido paraibano**. São Carlos – SP, 2002. Tese de Doutorado, Departamento de ecologia e recursos naturais, Universidade Federal de São Carlos, 208p.

BARBOSA, J. E. L. & MENDES, J. S. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semi-árido paraibano. In: X Reunião Brasileira de Ficologia, 2005. Série Livros 10 do Museu Nacional, Rio de Janeiro, **Anais...** João Pessoa, 2005, págs: 339 a 360.

BARBOSA, J.E.L. & WATANABE, T. O fitoplâncton como discriminador ambiental no diagnóstico das bacias hidrográficas envolvidas no projeto de transposição do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 2000, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES, 2000. p. 449-456.

BITTENCOUT – OLIVEIRA, M. C. & MOLICA, R. Cianobactéria invasora: Aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, vol. 30. Brasília. p. 82 – 90. 2003.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M. & MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoir during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, vol. 23. Oldendorf/Luhe. p. 13-27. 2000.

BOUVY, M.; MOLICA, R. J. R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M. & BEKER, B., The dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast, Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, vol. 20. Oldendorf/Luhe. p. 285 – 297. 1999.

BOUVY, M.; NASCIMENTO, S.; MOLICA, R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V. L. M. & AZEVEDO, S. M. F. O., Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hidrobiologia**, vol. 493. Dordrecht. p. 115-130. 2003.

CALIJURI, M. C. **A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical (Barra Bonita, SP)**, 1999. 211p.

CARMICHAEL, W. W.; AZEVEDO, S. M. F. O.; AN, J. S.; MOLICA, R. J. R.; JOCHIMSEN, E. M.; LAU, S.; RINEHART, K. L.; SHAW, G. R. & EAGLESHAM, G.

K., Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, vol. 109. Bethesda. p. 663 – 668. 2001.

CARMICHAEL, W.W. Toxic *Microcystis* and the environment. In WATANABE, M.F.; HARADA, K.I.; CARMICHAEL, W.W. & FUJIKI, H. (Eds). **Toxic Microcystis**. Boca Raton, 1996. p. 1-11.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido**. São Paulo, 1995. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, 1995. 191p.

CHELLAPPA, N. T. & COSTA, M. A. M., Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a semi-arid reservoir of Northeast Brazil. **Acta Oecologica – International Journal of Ecology**, vol. 24, Paris. p. S3 – S10. 2003.

CODD, G.A. Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritisation of eutrophication control. **Ecological Engineering**, vol. 16. p 51-60. 2000.

DINIZ, C. R. **Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários utilizados para consumo humano**. Campina Grande, 1995. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. 143p.

GAARDER, T. & GRAN, H. H. **Investigations of the production of plankton in the Oslo Fjord**. Rapp. Proces. Verb., Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 1927. Vol. 42, p. 1 - 48.

HUSZAR, V. L. M. **Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por um rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. São Carlos – SP, Tese de Doutorado, Departamento de ecologia e recursos naturais, Universidade Federal de São Carlos, 1994. 328p.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; MARINHO, M. M.; DOMINGOS, P. & SANT'ANNA, C. L. Cyanoprokaryotes assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, vol. 424. Dordrecht. p. 67-77. 2000.

JEFFREY, S.W.; MANTONA, R.F.C.; WRIGHT, S.W. **Spectrophotometric and fluorometric equations in common use in oceanography**. Paris: UNESCO Publishing, 1997.

KALFF, J. & WATSON, S. Phytoplankton and its dynamics in two tropical lakes: a tropical and temperate zone comparison. **Hydrobiologia**, vol. 138. p. 161-176. 1986.

LAGOS, N.; ONODERA, H.; ZAGATTO, P.A.; ANDRINOLO, D.; AZEVEDO, S.M.F.Q. & OSHIMA, Y. The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*, isolated from Brazil. **Toxicon**, vol. 37. p. 1359-1373. 1999.

LEWIS Jr., W.M. Analysis of sucession in a tropical plankton community and a new measure of succession rate. **Am. Nat.**, vol. 112. p. 401-414. 1978.

LOBO, E. & LEIGTON, G. Estruturas de lasfitocenoses planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Marinha**, vol. 22. p. 143-170. 1986.

LUND, J. W. G. KPLING, C. & LECREN, E. D. The inverted miscoscope method of stimating algal number and the statistical bases of stimating by counting. **Hidrobiologia**, v. 11. p. 143-170. 1958.

MARINHO, M. M.; MOLICA, R.; JARDIM, F. & HUSZAR, V. L. M. *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) em Ecosistemas Brasileiros: Um Novo Desafio para o Gerenciamento Aquático. In: ROLAND, F.; CÉSAR, D.; MARINHO M. M. (Eds.). **Lições de Limnologia**. São Carlos: Rima, 2005. p. 325-339.

MENDES, J. S.; BARRBOSA, J. E. L., O índice de estado trófico como ferramenta no monitoramento da qualidade de água da barragem de Acauã: sistema recém construído sobre o rio Paraíba – PB. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental, 2004, Natal. **Anais...** Natal, 2004. p. 54 – 64.

ODUM. E. P. **Ecologia**. 3ª ed. México: Interamericana. 1972.

OHTANI, I., MOORE, R.E. & RUNNEGAR, M.T.C. Cylindrospermopsin: a potent hepatotoxin from the bluegreen alga *Cylindrospermopsis raciborskii*. **Journal of the American Chemical Society**, vol. 114. p. 7941-7942.1992.

PADISÁK, J. & ISTVÁNOVICS, V. Differential response of bluegreen algal groups to phosphorus load reduction in a large shallow lake Balaton, Hungary. **Verhandlunger der International Verein für Limnologie**, vol. 26. p. 574 – 580.1997.

PANOSSO, R.; COSTA, I. A. S.; SOUSA, S. R. & MACEDO, V. **Incidência de cianobactérias tóxicas e cianotoxinas em reservatórios do semi-árido potiguar**. In: Seminário de Avaliação do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD, 1., João Pessoa. Workshop Caatinga: Estrutura e Funcionamento. I Seminário de Avaliação. 2003.

PARRA, O. & BICUDO, C.E.M. **Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales**. Santiago, Chile, 1995.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York, J. Willey & Sons, 1975, 165p.

RAMÍREZ R. J. J. **Variações espacial vertical e nictimeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no lago das Garças, São Paulo**. São Paulo, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1996. 283p.

ROSS, J. **Práticas de Ecologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1979. 181p.

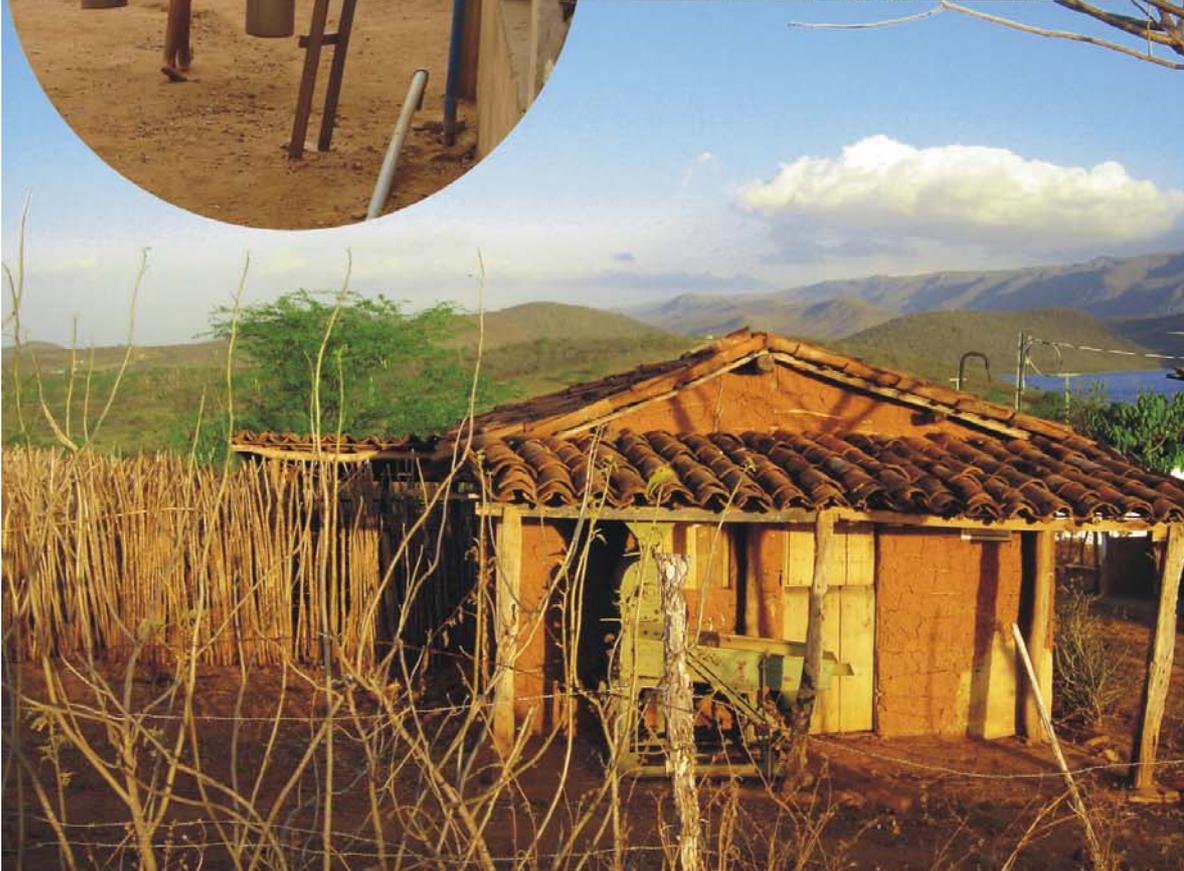
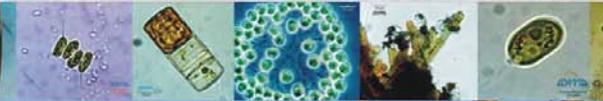
SHANNON, C. E. & WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: Illinois University Press, 1963. 177p.

TEXEIRA, M. G. L. C.; COSTA, M. C. N.; CARVALHO, V, L. P.; PEREIRA, M. S. & HAGE, E., Gastroenteritis epidemic in the área of the Itaparica, Bahia, Brazil. **Bulletin of PAHO**, vol. 27. p. 244 – 253. 1993.

TUNDISI, J. G. Distribuição espacial, seqüência temporal e ciclo sazonal do fitoplâncton em represas: fatores limitantes e controladores. **Ver. Brasil. Biol**, vol. 50, nº.4. p. 937-955.1990.

UTERMÖHL, H. **Zur vervollkommer der quantitativen Phytoplankton - Methodik. Mitteilungen**. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie, Verhandlungen, vol. 9. p. 1 – 38. 1958.

CAPÍTULO II



10:502PM

Impactos socioeconômicos da construção do reservatório de Acauã sobre as comunidades de Cajá e Melancia.

LINS, R. P.¹ & BARBOSA, J. E.²

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

E - mail: rucelinelins@pop.com.br

²Professor Titular do Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

E – mail: ethambarbosa@hotmail.com

1. Resumo

Este capítulo tem como objetivo principal examinar os impactos sociais e econômicos dos deslocados das comunidades de Cajá e Melancia, em função da construção do reservatório de Acauã. Segundo o Movimento de Atingidos por Barragens (MAB), este empreendimento, deslocou em torno de 900 famílias, das quais 700 ainda não foram indenizadas. Para esta pesquisa foi feita inicialmente uma viagem à região em estudo com caráter meramente exploratório, onde foram feitos contatos com alguns moradores e líderes das comunidades para verificar a influência da construção do reservatório de Acauã sobre a vida dos afetados. A coleta de dados com os habitantes das comunidades escolhidas foi realizada através da aplicação de questionários estruturados e semi-estruturados, com a intenção de levantar informações gerais sobre saneamento, saúde, escolaridade, renda familiar, além da caracterização do modo de vida dos moradores nos períodos anterior e posterior à construção de Acauã. Os resultados mostraram, comunidades com altos índices de analfabetismo e uma infra-estrutura educacional insuficiente. Como consequência do deslocamento, ocorreram significativas perdas de terras, casas e bens causando fortes motivos de desestruturação familiar nas duas comunidades. A renda mensal por família apresentou uma queda de valores significativos quando levado em consideração a carência financeira da população. A falta de saneamento básico, destino irregular dos resíduos sólidos e a má qualidade da água, possivelmente contribuíram para os altos índices de doenças de pele, verminoses e diarreias observadas principalmente na comunidade de Cajá. As modificações nos padrões de vida das comunidades afetadas ocorreu em função das mudanças na infra-estrutura básica e de subsistência, sendo possível afirmar que todo o processo de relocação provocou transformações e rupturas nos modos de vida dessas populações, causando impactos de distintas ordens tanto no campo sócio-cultural quanto no meio físico e biótico.

Palavra-chave: Reassentamento, Barragens, impactos socioeconômicos, Qualidade de vida.

2. Abstract

This chapter aims at investigating the social and economic effects on the relocated communities of Cajá and Melancia caused by the construction of the Acauã reservoir. According to the MAB, this enterprise has relocated about 900 families of which 700 have not yet been indemnified. A trip to the region was taken in order to contact the locals and community leaders and verify the enterprise's influence on their lives. The inhabitants were asked to answer to structured and semi-structured questionnaires with the objective to obtain data concerning health care, literacy, family income and sewage system as well as to determine the lifestyle of the locals before and after the construction of the reservoir. The results have shown communities with high illiteracy rates and an insufficient educational infrastructure. As a consequence of the relocation, there have been property losses, causing strong reasons for families' ruptures in both communities. The monthly family income has decreased significantly compared to the poor financial situation of the population. The lack of sewage system, inappropriate disposition of solid waste and the bad quality of the water have possibly contributed to the high number of skin diseases, verminoses and diarrhea, especially in the community of Cajá. Changes in the lifestyle of these populations have happened due to the modification of basic infrastructure and of family agriculture. Thus, all the relocation process has represented transformation and ruptures in the lifestyles, resulting in social, cultural, physical and biotic impacts.

Key words: relocation, reservoir, social and economic impacts, quality of life.

3. Introdução

Todos os dias milhares de pessoas no mundo estão sendo afetadas em decorrência da construção de grandes reservatórios que impõem pesados custos sociais e econômicos às populações locais. Estima-se que existam cerca de 45 mil grandes barragens ao redor do mundo e a grande maioria localizada em países em desenvolvimento (DORCEY *et al.*, 1997).

Os impactos sociais da construção de reservatórios com fins de abastecimento e geração de energia elétrica vêm sendo objeto de estudo para pesquisadores e cientistas de várias partes do mundo (FEARNSIDE, 1999; ZHANG, 2005; MAGALHÃES, 1990; FERRADAS, 2005; WCD, 2005; CEE, 2005; JACKSON & SLEIGH, 2000), pois quando construídas provocam o deslocamento de um contingente populacional residente na área de influência física do reservatório para outras localidades. Segundo a Comissão Mundial de Barragens (World Commission on Dams), cerca de 40 a 80 milhões de pessoas foram deslocadas em decorrência da construção desses grandes empreendimentos até os dias atuais (WCD, 2005). Em média 2 milhões de pessoas por ano são forçadas a migrar para outros locais em função dessas construções (DORCEY *et al.*, 1997). De acordo com o Movimento Nacional de Atingidos por Barragens (MAB), no Brasil, 1 milhão de pessoas já foram expulsas de suas terras e cerca de 70% dessas famílias não receberam qualquer tipo de reparação.

Por impactos sociais entendem-se as conseqüências para as populações humanas, de toda e qualquer ação pública ou privada que alterem as suas condições de moradia, trabalho e lazer. Os impactos culturais também estão implícitos neste conceito envolvendo mudanças nas normas, valores e crenças pertencentes a uma determinada comunidade (BURDGE *et al.*, 1995).

As pessoas obrigadas a migrar para outras regiões, por vezes, não conseguem manter o padrão de vida que tinham anteriormente à construção da barragem. Apesar das indenizações – quando elas são pagas ou são justas – as perdas culturais e afetivas não são compensadas, conduzindo a um estado de insatisfação por parte dos atingidos. Diante deste quadro, organizações e instituições trabalham em busca de melhores condições para os afetados. No contexto brasileiro, a principal delas é o MAB que surgiu em 1997 e constitui-se hoje num forte movimento popular, autônomo, organizado local, regional e nacionalmente. Até o momento, este movimento tem filiado cerca de 70 mil famílias em situação de risco que estão próximas a barragens em todo o Brasil.

O reservatório de Acauã, objeto de estudo do presente trabalho, para ser construído deslocou, de acordo com o MAB, um total de 900 famílias, das quais 700 ainda não foram indenizadas. Segundo este movimento, atualmente a situação em Acauã é drástica, com péssimas condições de moradia, má qualidade da água para consumo, deficiência de transportes e carência de trabalho. Dados do IDEME (1999), mostrados no RIMA de Acauã, indicam que residiam nos povoados atingidos, por esse empreendimento, cerca de 2.525 habitantes distribuídos em 585 domicílios. Os povoados de Pedro Velho, Cajá e Melancia eram os mais populosos, contando com 471 casas, sendo esses dois últimos objetos de estudo da presente pesquisa.

No momento do deslocamento, elas foram indenizadas e assentadas a poucos quilômetros do reservatório. Documentos oficiais caracterizam o processo acima como sem perdas econômicas e sociais para população atingida. No entanto, como já observados em outras partes do mundo, os impactos sociais são sempre colocados em segundo plano nos estudos sobre construções de barragens e ainda são pouco compreendidos. Assim, o presente capítulo busca examinar, através de indicadores associados com a saúde, renda familiar, atividade de trabalho e nível de escolaridade, os principais impactos socioeconômicos sobre as populações relocadas em função da construção do reservatório de Acauã.

4. Área de estudo

A área de influência física do reservatório de Acauã é representada por uma bacia hidráulica, com extensão de 1.725ha e por uma faixa de proteção periférica, incluída na zona rural dos municípios de Itatuba, Natuba, e Aroeiras e nos povoados de Pedro Velho, Cafundó, Junco, Ilha Grande, Cajá e Melancia.

Acauã constitui-se num reservatório de grande porte, capaz de acumular cerca de 253.142,247m³ de água e tem como objetivo principal o abastecimento humano de cidades localizadas na bacia do Médio Paraíba, além de servir de fonte de irrigação e pólo pesqueiro para o Baixo Vale Paraíba e na contenção das enchentes que assolam periodicamente as cidades localizadas à jusante da barragem. A população beneficiada com este empreendimento está em torno de 621.974 habitantes. Segundo a classificação de Köpen, o clima é do tipo As' – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no outono e inverno. De acordo com as regiões bioclimáticas, o clima local é 3cth – mediterrâneo ou nordestino quente, com o período de estiagem durando de 4 a 5 meses e totais pluviométricos anuais variando de 700 e 900mm (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1999).

As pessoas, objetos de estudo da presente pesquisa, pertencem a duas comunidades que antes residiam às margens do Médio Paraíba, as comunidades de Cajá e Melancia. Elas foram escolhidas por serem representativas da região, por apresentarem problemas semelhantes, provocados pela relocação e por estarem localizadas às margens do reservatório de Acauã, o que torna mais fácil o acesso, já que as demais localidades encontram-se assentadas em áreas bem mais distantes. Na primeira comunidade vivem aproximadamente 112 famílias totalizando 384 habitantes. Na segunda comunidade residem em torno de 102 famílias e 367 habitantes.

Dados sobre indicadores de saúde pública das comunidades deslocadas, apresentados no Relatório de Impacto Ambiental do reservatório de Acauã (1999), apontaram para um sistema de saúde deficiente, contando com apenas dois postos de saúde, um em Pedro Velho (maior comunidade afetada), onde um médico e um

dentista se revezavam a cada 15 dias, e outro em Cajá que contava com apenas um agente de saúde. As enfermidades mais ocorrentes na região eram as diarreias, doenças respiratórias e verminoses. Em grande parte, a incidência dessas doenças se deve à falta de saneamento básico, realidade presente nas comunidades.

A principal atividade econômica das comunidades, segundo o RIMA de Acauã, era a agricultura e a criação de animais de pequeno porte. O setor secundário era representado por um moinho de milho que funcionava de forma cooperativa e o setor terciário da economia local, contava com um comércio constituído de seis bares e dezenove mercearias.

É neste contexto de desestruturação social e subdesenvolvimento econômico que se insere o plano regional de águas do Governo Estadual que tinha como alavanca de transformação econômica e social a construção do reservatório de Acauã. As metas deste plano buscavam como premissas fundamentais à geração de um desenvolvimento regional sustentável, com melhorias na qualidade de vida das populações beneficiadas.

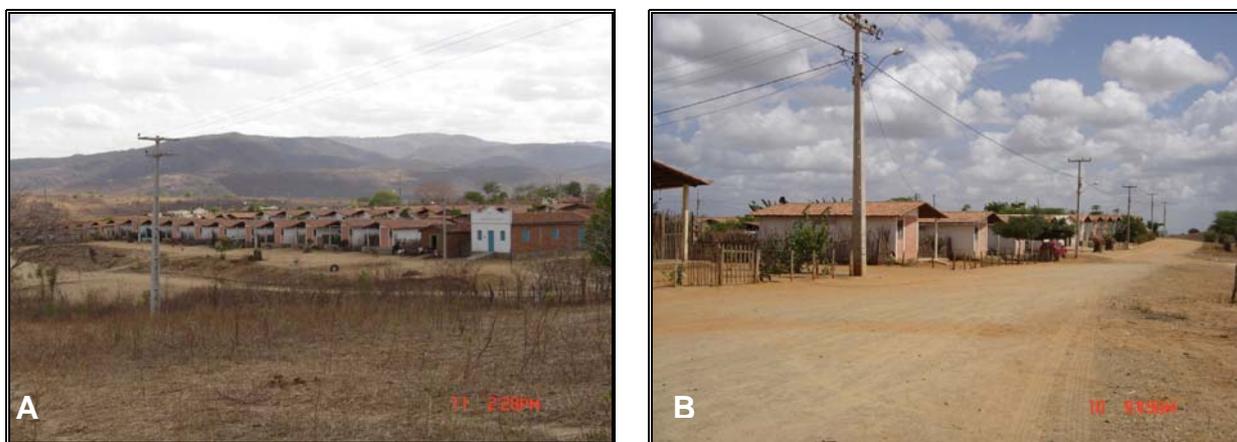


Figura 1 - Vista parcial das comunidades de Cajá (A) e Melancia (B) (Fotos: Ruceline Lins).

5. Considerações Metodológicas

A avaliação do ambiente social pressupõe a coleta, seleção e sistematização de dados primários e secundários, relativos à população e às suas condições de vida. A análise do material coletado permitirá a identificação dos problemas locais, das potencialidades, dos impasses e das tendências, possibilitando a avaliação de alternativas de desenvolvimento e de atenuação dos sérios impactos causados pela implantação do reservatório na bacia hidrográfica (MAROUELLI *et al.*, 1988).

Para a presente pesquisa foi feita inicialmente uma viagem à região em estudo, com caráter meramente exploratório. Foram feitos contatos com alguns moradores e líderes das comunidades de Cajá e Melancia, para verificar a influência da construção do reservatório de Acauã sobre a vida dos afetados, além de um entrevista com os agentes de saúde das duas comunidades, para obter mais informações sobre a realidade atual e anterior à construção do reservatório de Acauã, visto que os mesmos residiam e trabalhavam no local antes da construção do reservatório. Durante as entrevistas, com os agentes de saúde, foram abordados temas como: característica das populações, estrutura das comunidades, caracterização do modo de vida delas nos períodos anterior e posterior à construção do reservatório, identificação dos principais problemas sociais e econômicos causados pela construção do reservatório, através de indicadores associados com a saúde, renda familiar, atividade de trabalho e nível de escolaridade dos habitantes.

Informações disponíveis no Relatório de Impactos Ambientais do reservatório de Acauã, solicitado pelo Governo do Estado da Paraíba, através da Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais, serviram de base para conhecer a situação das comunidades antes do represamento do rio Paraíba. Levantamentos prévios de informações, adquiridas principalmente através de jornais, dossiê técnicos e de alguns poucos trabalhos que relatam a situação sofrida por outras comunidades afetadas com a construção de grandes barragens, possibilitaram uma melhor visão do problema e a definição das etapas da pesquisa, bem como a escolha da metodologia a ser utilizada.

A escolha das comunidades de Cajá e Melancia, como unidade desta pesquisa foi baseada na sua localização geográfica, no tamanho das comunidades e na sua representatividade com relação à proposta do estudo.

A coleta de dados se deu através da aplicação de questionários estruturados e semi-estruturados, com questões objetivas e subjetivas, com a intenção de obter informações sobre as condições gerais de saneamento, saúde, escolaridade, renda familiar e caracterização do modo de vida dos moradores nos períodos anterior e posterior à construção do reservatório. No estudo preliminar, uma amostra de oito pessoas com realidades semelhantes a dos moradores de Cajá e Melancia foi tomada como base, para avaliar a eficiência do questionário como instrumento da pesquisa (MUCCHELLI, 1978; GILL, 1999). Esses entrevistados também foram afetados pela construção do reservatório de Acauã e residem hoje em uma comunidade denominada de Cafundó. Com a aplicação do pré – teste foram feitos os devidos ajustes no questionário final que foi aplicado dias depois.

6. Resultados e discussão

Com a finalidade de se conhecer os impactos socioeconômicos provocados pelo represamento do rio e construção do reservatório de Acauã, foram aplicados 159 questionários, sendo 83 na comunidade de Cajá e 76 na comunidade de Melancia. O total corresponde a 74,3% da população residente nos dois povoados. Este índice superou o princípio estatístico da amostragem por quota.

De acordo com o sexo e faixa etária dos indivíduos residentes nas duas comunidades estudadas, observou-se que há predominância de indivíduos do sexo feminino (66,3% em Cajá e 68,4% em Melancia), cuja faixa etária está compreendida entre 15 e 92 anos em Cajá e entre 19 e 89 anos em Melancia. (Figs. 2 e 3).

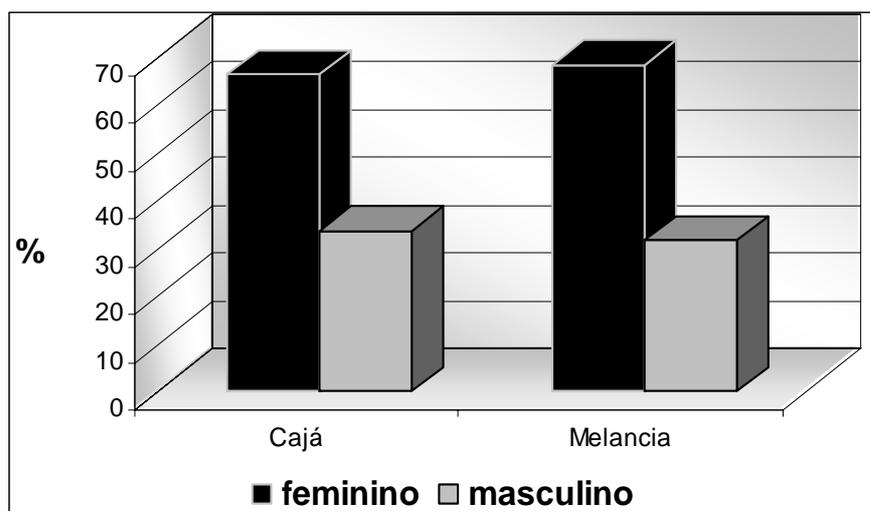


Figura 2 – Composição por sexo dos moradores das comunidades de Cajá e Melancia.

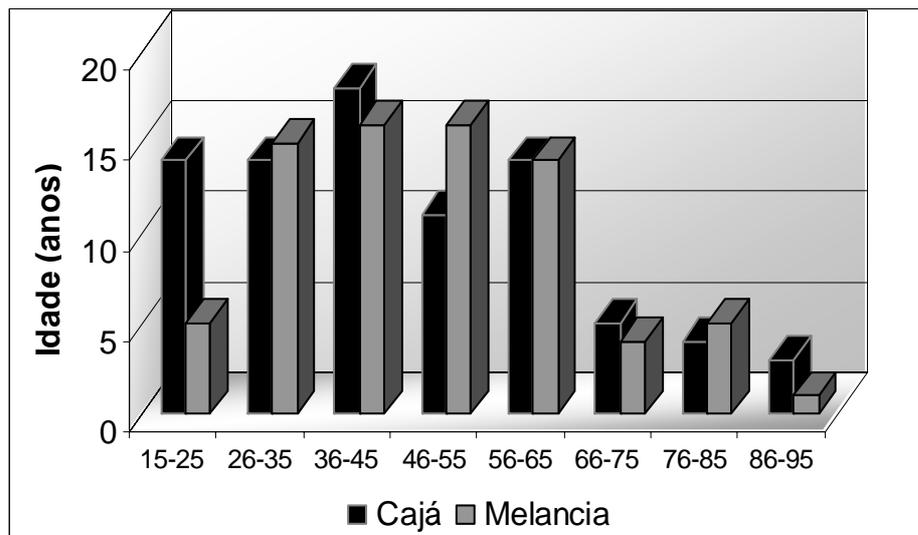


Figura 3 – Distribuição da faixa etária dos moradores das comunidades de Cajá e Melancia.

Com relação à escolaridade, as duas comunidades apresentaram alta taxa de analfabetismo (38,6% em Cajá e 23,7% em Melancia) e ainda, um grande número de indivíduos com ensino fundamental incompleto (Tab. I). Este é um perfil similar ao quadro normalmente apresentado nas pequenas localidades rurais dos municípios paraibanos.

Apesar do artigo 26 da Declaração Universal dos Direitos Humanos e do artigo 53 do Estatuto da Criança e do Adolescente deixarem claros que a educação de qualidade é um direito de todos e dever do Estado e da família, em observação *in loco*, constata-se que as deficiências iniciam na estrutura física e operacional das escolas, associado com a carência de pessoal de apoio e corpo docente reduzido. Tanto na comunidade de Cajá como em Melancia, a infra-estrutura educacional é insuficiente. As escolas funcionam em casas pré-moldadas que foram improvisadas para receber os alunos matriculados. A agente de saúde de Melancia, em entrevista realizada no dia 20 de dezembro de 2005, deixa claro a situação quando relata que:

“Aqui está precisando muito de um grupo escolar que antes nós tínhamos... Os meninos estão estudando na maior dificuldade, nessas casinhas pequenas, aonde o professor vai para a sala de aula, com 20 ou 30 crianças, não tem nem espaço para nós passar... não tem escola aqui, não tem nada...”

Segundo os agentes de saúde, os povoados ofereciam mais condições de infra-estrutura na fase anterior à construção do reservatório, pois tinha o que consideravam básicos como uma igreja, uma central telefônica e um moinho onde trabalhavam em forma de cooperativa e servia para ajudar a processar o que era colhido. Apesar de existir um grande número de analfabetos, antes da construção de Acauã, eles dispunham de um grupo escolar no povoado de Cajá e no município de Natuba que beneficiava toda a população.

Tabela I: Distribuição do nível de escolaridade dos moradores das comunidades de Cajá e Melancia.

GRAU DE ESCOLARIDADE	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>freqüência</i>	%	<i>freqüência</i>	%
Analfabetos	32	38,6	18	23,7
Alfabetização	03	3,61	06	7,9
1ª série do 1º grau	14	16,9	08	10,5
2ª série do 1º grau	13	15,7	07	9,2
3ª série do 1º grau	08	9,64	10	13,2
4ª série do 1º grau	05	6,0	17	22,4
5ª série do 1º grau	01	1,2	06	7,9
6ª série do 1º grau	03	3,61	01	1,3
7ª série do 1º grau	01	1,2	-	-
8ª série do 1º grau	03	3,61	02	2,6
1ª série do 2º grau	-	-	01	1,3
TOTAL	83	100	76	100

Para a grande maioria dos moradores, a infra-estrutura antes existente foi resumida a casas pré-moldadas e a uma pequena quantidade de terras localizadas em regiões altas, as quais não favorecem ao plantio. Este fato pode ser observado pelos resultados obtidos através dos questionários que mostrou a predominância de casas de alvenaria em períodos anteriores à construção do reservatório (fig. 4), que foram substituídas por casas de placas pré-moldadas, (fig. 5). Para a população deslocada, a realidade atual ali encontrada, está muito distante do típico ambiente rural presente nas velhas comunidades que com saudades são lembradas, nos dizeres de uma moradora da comunidade de Cajá:

“A nossa vida, moça, era tranqüila, nós tinha terra farta onde trabalhar, nós tinha nossas propriedades de várzea que permitia viver da cultura. Hoje, nós vive em vila, tudo junto, sem trabalho e sem vida..”

A transformação da região típica de zona rural, onde predominavam pequenas propriedades, em pequenas vilas, onde a população se aglomera em casas pouco confortáveis e sem infra-estrutura para suprir as necessidades básicas de uma comunidade, tem evidenciado o descontentamento das pessoas que foram relocadas com a construção do reservatório. Todos os entrevistados tinham inúmeras reclamações sobre as novas residências, sendo que a principal delas é o acúmulo de calor armazenado nos blocos de cimento usados na construção das casas. As casas de alvenaria ou mesmo de taipa ou de madeira que predominavam nas comunidades eram muito mais adequadas e adaptadas à região, sobretudo onde a insolação é intensa e contribui para elevação da temperatura ambiente. A situação atual formada por um aglomerado de casas de alvenaria e blocos de cimento, em local árido, com pouca vegetação e deficiência de chuvas também contribuiu para o desconforto ambiental.

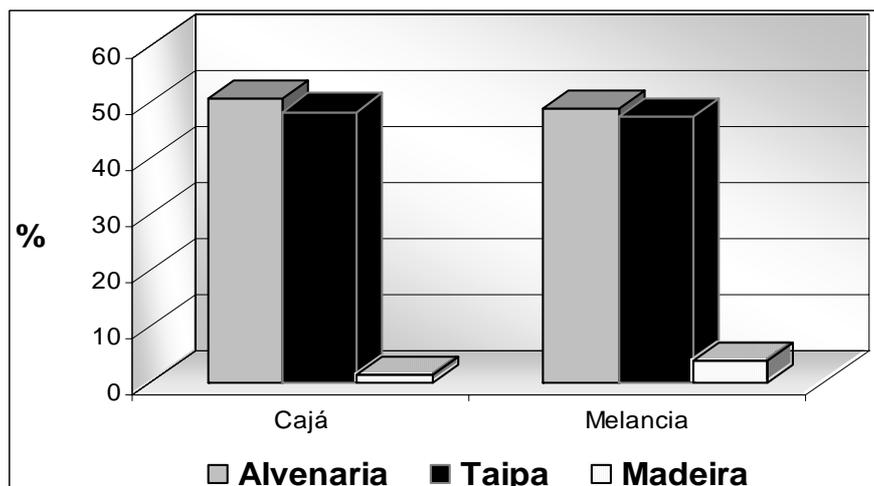


Figura 4 – Tipos de moradias utilizadas pelos habitantes das comunidades de Cajá e Melancia antes do deslocamento em função da construção do reservatório de Acauã.

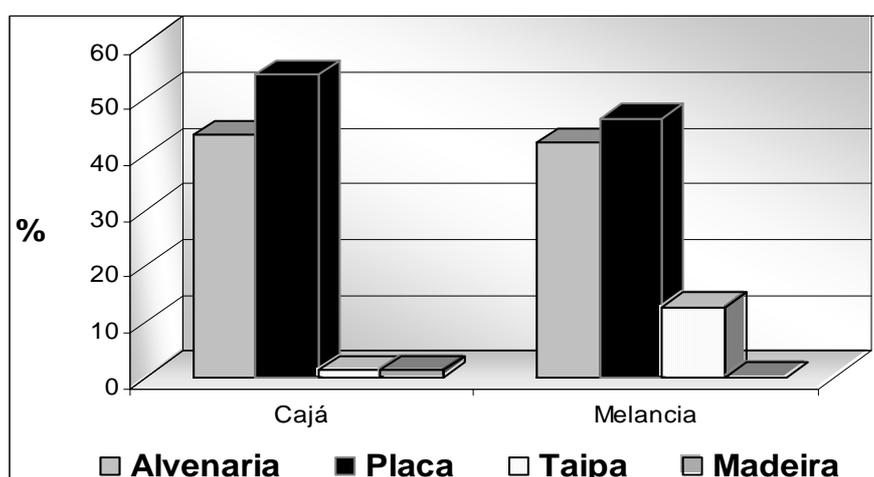


Figura 5 – Tipos de moradias utilizadas atualmente, pelos habitantes das comunidades de Cajá e Melancia.

Com o deslocamento da população para os vilarejos, diminuindo as distâncias entre os moradores e aumentando as insatisfações entre as pessoas, iniciaram também os conflitos entre os vizinhos.

Esta situação não ocorria anteriormente, pois as famílias residiam em localidades mais distantes umas das outras e tinham ocupações diárias. Para eles, a ociosidade, principalmente entre os jovens é o principal motivo desses conflitos, já que falta trabalho e na maior parte das casas, a única renda para as famílias vem da aposentadoria recebida pelos parentes mais velhos e de cestas básicas mensalmente doadas pelos órgãos governamentais.

Segundo a agente de saúde de Melancia:

“A única solução que teve aqui foi o aparecimento de algumas feiras, uma cestinha básica todo o mês e às vezes passa mais de meses para dar aos atingidos. Depois, do nada, tiraram uma parte de gente que precisa. Como tem gente que não foi nem atingido, que já vem de outro setor e tira as cestas e os atingidos não tiram”.

Este relato mostra, a insustentabilidade e dependência de ações assistenciais do governo. A falta de um estudo mais detalhado, apontando soluções para as comunidades atingidas com este tipo de empreendimento é ainda um fato muito comum no Brasil e mostra a total falta de consideração com as pessoas do local. São priorizadas as grandes obras governamentais, somente como ganho político, sem levar em consideração os impactos sociais, econômicos ou ambientais, daí decorrentes. Em muitos casos a população nem sequer é ouvida sobre os empreendimentos e sobre os impactos provocados na região. As perdas das terras, de suas casas e de todos os bens que possuíam são fortes motivos de desestruturação familiar. Situação semelhante foi apresentada em um relatório produzido pelo Centro de Justiça Global, pelo MAB (regional Ponte Nova, Minas Gerais) e pela Comissão Pastoral da Terra (regional Campo das Vertentes, Minas Gerais). Segundo este documento, que tem como objetivo primordial registrar e dar visibilidade às violações de direitos humanos sofridos pelos atingidos da Hidrelétrica de Candonga, a desestruturação econômica foi tão grande que chegou a ponto das pessoas, que antes tinham como fonte de renda a agricultura, acabar sendo incluída no Programa Fome Zero do Governo Federal, para dessa forma, poder receber cestas básicas mensalmente.

Em Acauã, as principais atividades econômicas desenvolvidas pelos moradores das comunidades, antes da construção do reservatório, estavam relacionadas com a agricultura de subsistência e com a criação de animais (fig. 6). As atividades agrícolas geralmente eram desenvolvidas, nas margens do rio Paraíba, em pequenas unidades familiares, cuja produção supria a demanda da família e parte era vendida no comércio local. O milho, o feijão, a fava e o algodão eram as principais culturas da região (Tab. III). A criação de animais consistia basicamente de bovinos, caprinos e suínos (Tab. IV). A prática de mais de uma

atividade econômica também era comum entre os moradores (Tab. II). A renda média por família apresentava-se em torno de R\$ 309,52 em Cajá e de R\$ 315,26 em Melancia.

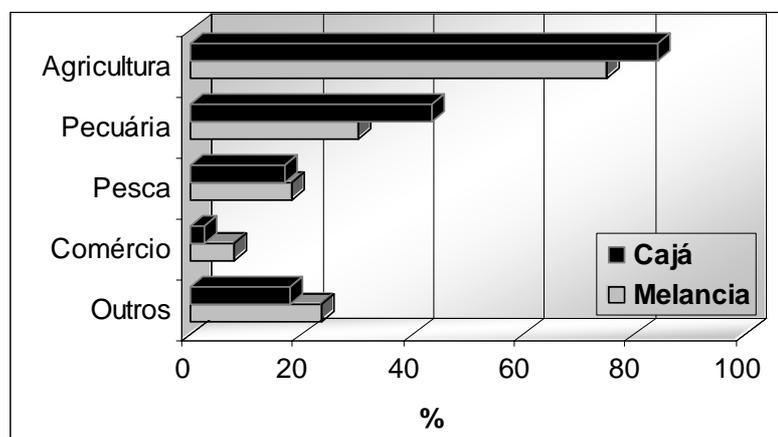


Figura 6 - Atividades econômicas desenvolvidas na região antes da construção do reservatório de Acauã

Tabela II: Indivíduos que trabalhavam em mais de uma atividade econômica antes da construção da barragem.

ATIVIDADES ECONÔMICAS	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>freqüência</i>	%	<i>freqüência</i>	%
Agricultura e Pecuária	06	21,6	06	28,6
Agricultura e Pesca	05	17,8	03	14,3
Agricultura e Outros	14	50,0	07	33,3
Agricultura e Comércio	02	7,1	01	4,8
Pesca e Outros	01	3,5	-	-
Pecuária e Outros	-	-	02	9,5
Pecuária e Comércio	-	-	02	9,5
TOTAL	28	100	21	100

Tabela III: Culturas desenvolvidas pelos habitantes das comunidades de Cajá e Melancia antes da construção do reservatório de Acauã.

Culturas agrícolas	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>freqüência</i>	%	<i>freqüência</i>	%
<i>Milho</i>	56	33,7	41	30,82
<i>Feijão</i>	55	33,1	41	30,82
<i>Fava</i>	22	13,25	21	15,78
<i>Algodão</i>	21	12,7	21	15,78
<i>Palma</i>	06	3,6	01	0,80
<i>Frutas</i>	04	2,4	04	3,0
<i>Verduras</i>	02	1,2	04	3,0
Total	166	100	133	100

Tabela IV: Principais tipos de animais criados pelos habitantes das comunidades de Cajá e Melancia antes da construção do reservatório de Acauã

Criação Pecuária	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>freqüência</i>	%	<i>freqüência</i>	%
<i>Bovinos</i>	12	35,0	09	39,0
<i>Caprinos</i>	16	45,0	13	56,5
<i>Suínos</i>	07	20,0	01	4,50
TOTAL	35	100	23	100

Atualmente, a agricultura continua a ser a atividade econômica mais desenvolvida pelos moradores das duas comunidades (Fig. 7). No entanto, diferentemente da fase anterior, eles não têm suas próprias terras, e precisam utilizar terras de terceiros, mediante um acordo mútuo. Os proprietários cedem pequenos hectares de terras despreparadas, para os agricultores plantarem por cerca de quatro anos. Após esse período as terras são devolvidas limpas e preparadas para os proprietários, que fazem o uso de acordo com suas necessidades e disponibilidades. As pessoas que perderam suas terras vão então,

em busca de novas terras para cultivar, ou fazem novos acordos com os proprietários.

Os que não sobrevivem da agricultura, realizam, quando encontram, alguns trabalhos comumente denominados por eles de “bicos”, que são trabalhos esporádicos e mal remunerados. Muitos participam das atividades agrícolas na limpeza do terreno e destoca das árvores.

A pesca é outra atividade praticada na região. Segundo os dados obtidos na pesquisa, cerca de 18,2% dos moradores da comunidade de Cajá e 39,2% dos moradores de Melancia utilizam o reservatório de Acauã para esta finalidade. Entretanto, 60% das pessoas que participaram da pesquisa, em Cajá, declararam-se insatisfeitas com esta prática, principalmente pela pouca disponibilidade de peixe e camarão no reservatório. Em Melancia, no entanto, o percentual de satisfação foi de 70%, entre os entrevistados, que utilizam o pescado como fonte alimentar da família (Fig. 8).

A renda mensal por família, atualmente, está em torno de R\$ 212,33 em Cajá e de R\$ 284,14 em Melancia. Isto mostra uma perda salarial média, em torno de 31% em Cajá e cerca de 10% em Melancia.

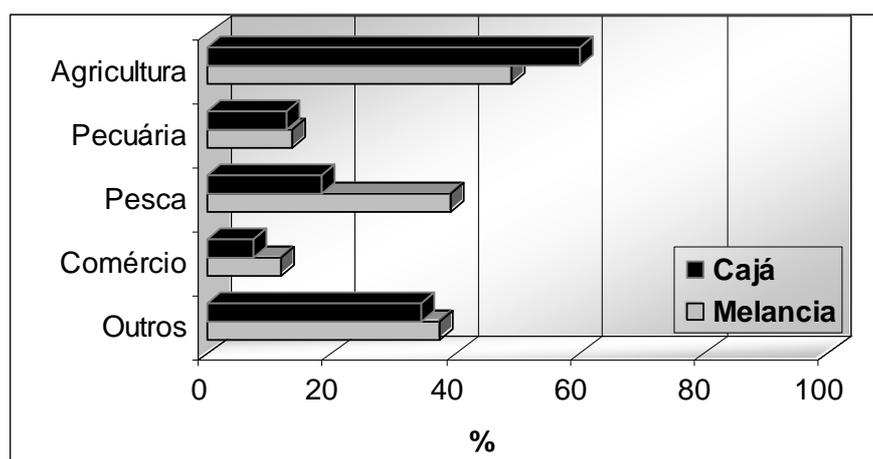


Figura 7 - Atividades econômicas desenvolvidas atualmente pelos moradores das comunidades de Cajá e Melancia.

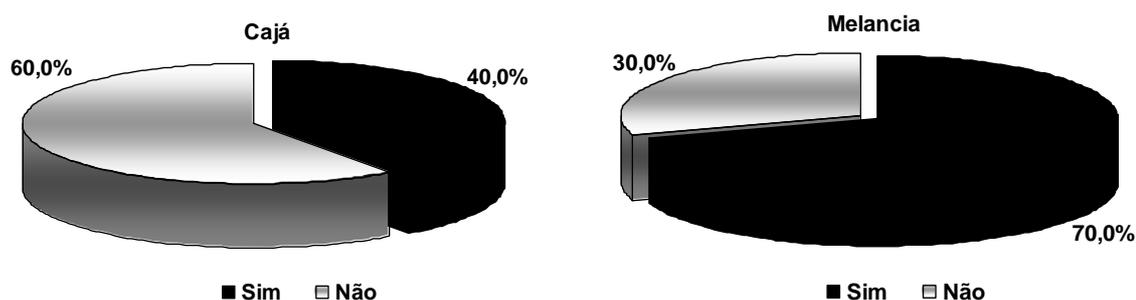


Figura 8 – Satisfação dos moradores das comunidades de Cajá e Melancia em relação à pesca.

O reservatório de Acauã, que foi construído com a finalidade de abastecer a população, hoje apresenta sérios problemas de contaminação e em estado avançado de eutrofização artificial, provocado, sobretudo por esgotos domésticos, que são lançados “in natura”. A falta de compromisso dos órgãos governamentais e das instituições responsáveis pelo abastecimento humano, com a saúde da população e com a vida das pessoas são evidentes.

A água para consumo constitui-se, portanto, num grande problema para os deslocados de Acauã. Segundo os dados coletados, 69,9% dos moradores de Cajá retiram a água que será consumida, de um açude construído pela Prefeitura local, há pouco mais de 1 ano, para essa finalidade (Fig. 10B). Em Melancia, a água consumida é retirada de um pequeno barreiro (46,2%), localizado próximo à comunidade e também de uma caixa d’água (20,5%), abastecida periodicamente por carros pipas, fornecida pela prefeitura (Fig. 10A). Dos 76 moradores questionados na comunidade de Melancia, apenas 5 dizem usar a água do reservatório para fins de abastecimento e três deles argumentam a falta de condições físicas para se deslocarem a outras fontes d’água. Em Melancia, ao contrário do que ocorre em Cajá, praticamente, todas as residências recebem água encanada vinda do reservatório. A mesma é distribuída para população sem tratamento prévio.

No que concerne ao tratamento da água, observou-se que na comunidade de Cajá, cerca de 65,1% dos moradores que utilizam a água do açude, submetem-na algum tipo de tratamento. Em Melancia esse valor aumentou para 73,6%, sendo, portanto, maior o número de indivíduos que se preocupam com o tratamento da água antes de consumi-la. A tabela V mostra, a frequência e a porcentagem dos principais tipos de tratamentos adotados pelos moradores das duas comunidades.

As águas do reservatório de Acauã são destinadas principalmente para a lavagem de roupas, limpeza doméstica e higiene pessoal (Fig. 9). Segundo os moradores a não utilização da água para o abastecimento humano ocorre em função da sua má qualidade. Muitas pessoas têm consciência que a água não é própria para consumo humano.

“É muito poluída, pois ela recebe vários esgotos... Já morreu muita gente afogado e tem um cemitério dentro” (Morador de Melancia)

“A água tem um bicho como uma bactéria. Chega é verde...”
(Morador de Cajá)

“O esgoto de Campina Grande vai para a barragem e a água não é tratada” (Morador de Melancia)

“Hoje eu só tomo dessa água se for uma necessidade muito grande... Juntou várias cidades dentro, vários esgotos. Caiu tudo ai dentro, ficou tudo acumulado...”. (Agente de saúde e moradora de Melancia)

Todas as considerações acima citadas retratam o quanto às populações aqui envolvidas, se mostram preocupadas com a qualidade da água destinada ao consumo. Para a maioria deles (90,4% em Cajá e 76,3% em Melancia), o reservatório de Acauã é um ambiente poluído, de águas salobras com coloração esverdeada, que recebem constantes descargas de esgotos vindos de Campina Grande e que por esses motivos não presta para ser consumida sem tratamento prévio.

De fato, a influência das atividades antrópicas sobre a qualidade das águas do reservatório é grande, o que pode ser corroborada pelos resultados expressos nos capítulos anteriores que mostram um ambiente com altos teores de fósforo e nitrogênio e freqüentes florescimentos de cianobactérias que ocorrem em dimensões típicas de reservatórios hipereutróficos, justificando a cor esverdeada da água. Porém, até o momento nenhuma medida, no sentido de melhorar a qualidade das águas, foi tomada, mesmo em se tratando de um reservatório destinado ao abastecimento humano.

Tabela V: Tratamentos de água adotados pelos moradores das comunidades de Cajá e Melancia.

TIPO DE TRATAMENTO	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>freqüência</i>	%	<i>freqüência</i>	%
<i>Coada</i>	23	42,6	05	8,6
<i>Clorada</i>	06	11,1	23	39,6
<i>Filtrada</i>	01	1,9	01	1,7
<i>Outros</i>	08	14,8	08	13,7
<i>Coada e clorada</i>	-	-	05	8,6
<i>Coada e filtrada</i>	01	1,9	02	3,4
<i>Coada e outros</i>	05	9,3	01	1,7
<i>Clorada e outros</i>	08	14,8	11	18,9
<i>Clorada e filtrada</i>	-	-	01	1,7
<i>Coada, clorada e filtrada</i>	01	1,9	-	-
<i>Coada, clorada e outros</i>	01	1,9	02	3,4
TOTAL	54	100	58	100

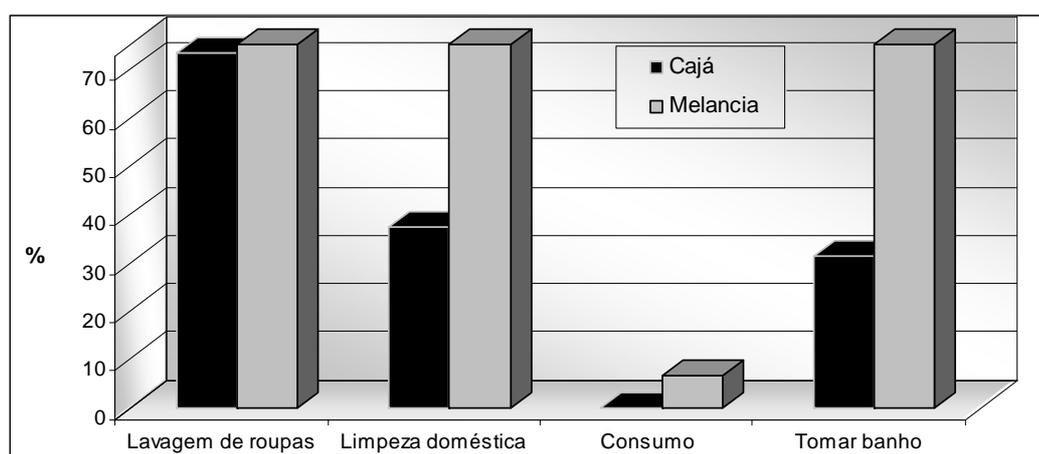


Figura 9 – Principais categorias de uso das águas do reservatório de Acauã pelas comunidades de Cajá e Melancia.



Figura 10 – Locais de onde é tirada a água destinada ao consumo dos moradores das comunidades de Melancia (A) e Cajá (B) (Fotos: Ruceline Lins).

Em relação às condições sanitárias, é possível observar que tanto o povoado de Cajá quanto o de Melancia não possui, como era de se esperar, rede coletora de esgoto e tratamento de efluentes. Os dejetos são lançados na sua grande maioria em fossas sépticas, localizadas próximo às comunidades ou são lançados diretamente no solo, a céu aberto (Fig.11).

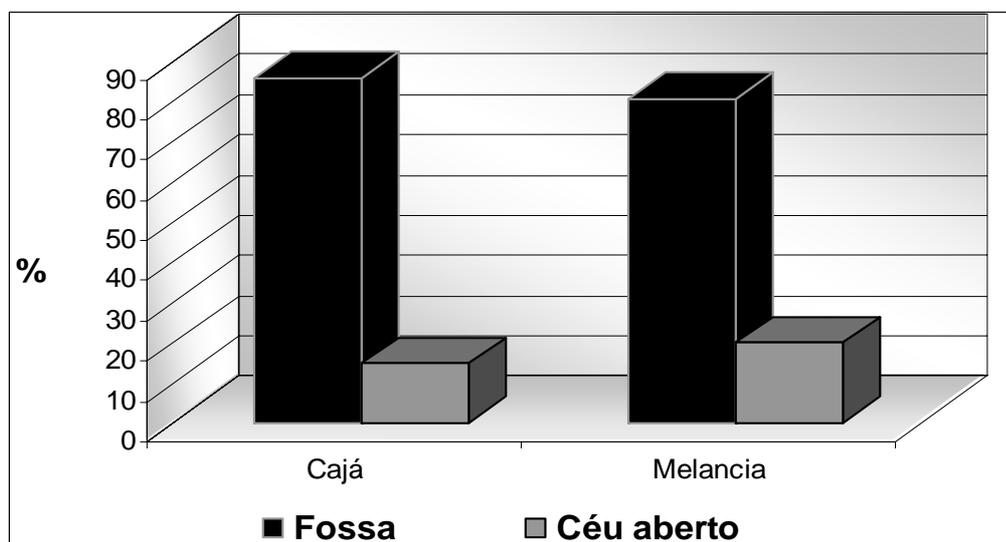


Figura 11 – Destino dos dejetos líquidos produzidos pelos povoados de Cajá e Melancia.

Em relação à destinação dos resíduos sólidos, observa-se que em Melancia praticamente toda a população (97,4%), queima o lixo produzido em suas

residências ao passo que em Cajá a realidade é diferente, pois 45,0% dos moradores jogam o lixo produzido em terrenos baldios, localizados próximos às suas casas (Fig. 12).

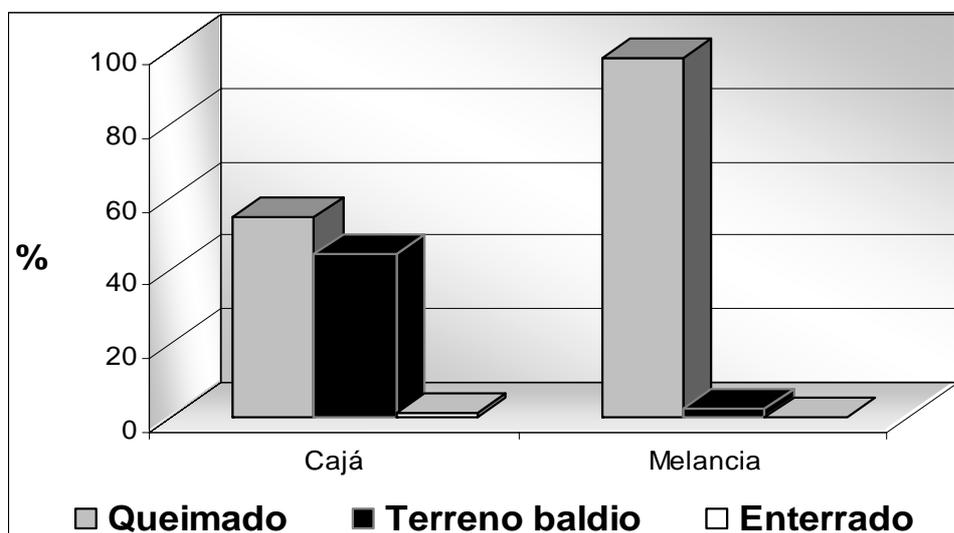


Figura 12 – Destino dos resíduos sólidos produzidos pelos povoados de Cajá e Melancia.



Figura 13 – Deposição de resíduos sólidos produzidos pelos moradores da comunidade de Cajá, em terrenos baldios localizados próximos a seus domicílios (Fotos: Ruceline Lins).

De acordo com os dados levantados, durante a aplicação dos questionários, a citação de casos notificados de doenças e sintomas reclamados pela população teve índices conforme apresenta a tabela VI.

Estes dados apontam a relação dos acometimentos à saúde da população, com as condições de saneamento ambiental, visto que os maiores indicadores referem-se a problemas de pele (Fig. 14), verminoses e diarreias, que estão intimamente associadas com a qualidade da água de abastecimento, disposição de resíduos sólidos e líquidos, situação sanitária dos domicílios e também dos níveis educacionais alcançados pelas comunidades.

A falta de saneamento básico, destino irregular de resíduos sólidos e a má qualidade da água, certamente contribuem para o aumento dos índices de doenças de pele e verminoses observadas, uma vez que essas práticas contribuem, de forma decisiva, para a disseminação de doenças infecciosas.



Figura 14: Problemas de doenças de pele encontrados na comunidade de Cajá (Fotos: Ruceline Lins).

Tabela VI – Citação de doenças e sintomas notificados durante a aplicação dos questionários nas comunidades de Cajá e Melancia.

DOENÇAS/SINTOMAS CITADOS	Comunidades			
	Cajá		Melancia	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
<i>Doenças de pele</i>	04	13,79	02	12,50
<i>Verminoses</i>	03	10,34	-	-
<i>Diarréia</i>	02	6,89	01	6,25
<i>Dores pelo corpo</i>	02	6,89	02	12,50
<i>Inchaço nos membros</i>	02	6,89	-	-
<i>Fraqueza</i>	01	3,45	01	6,25
<i>Vômitos</i>	01	3,45	01	6,25
<i>Problema renais</i>	01	3,45	-	-
<i>Gripe</i>	01	3,45	01	6,25
<i>Anemia</i>	01	3,45	01	6,25
<i>Infecção respiratório</i>	01	3,45	-	-
<i>Febre</i>	01	3,45	-	-
<i>Alergias</i>	-	-	01	6,25
<i>Desidratação</i>	01	3,45	02	12,50
<i>Hipertensão</i>	-	-	01	6,25
<i>Cansaço</i>	01	3,45	-	-
<i>Dores musculares</i>	01	3,45	-	-
<i>Coração</i>	01	3,45	-	-
<i>Febre reumática</i>	01	3,45	-	-
<i>Diabetes</i>	01	3,45	-	-
<i>Dor de cabeça</i>	01	3,45	02	12,50
<i>Resfriado</i>	01	3,45	-	-
<i>Catapora</i>	01	3,45	01	6,25
TOTAL	29	100	16	100

Em países em desenvolvimento, a construção de barragens impõe riscos à saúde da população atingida, devido ao empobrecimento, a má nutrição e a ausência de serviços médicos (HUNTER *et al.*, 1993; BRADLEY, 1994 *apud* JACKSON & SLEIGH, 2000). Em Tucuruí (Brasil), o aumento da população humana na área de influência da hidrelétrica, em associação com a presença de vetores que favorecem a proliferação do mosquito da malária, propiciou aumento dos casos desta doença naquela região. A presença das macrófitas aquáticas no reservatório favoreceu a proliferação dos mosquitos, na Amazônia (FEARNSIDE, 1999).

Na barragem Three Gorges (China), as pessoas na área do reservatório também adquiriram doenças transmitidas por parasitas em função de mudanças ecológicas (WU MING, 1998).

Doenças devido à construção de barragens é uma externalidade negativa que vem a prejudicar o desenvolvimento nos novos assentamentos. Assim, o controle das doenças deveria ser responsabilidade daqueles que criaram a externalidade (governos) e não dos moradores locais.

Quanto às indenizações, a mais comum, para aqueles que receberam foi a entrega de casas (Fig.15). De acordo com o relato dos moradores, o processo de definição das indenizações foi unilateral, uma vez que, eles não tiveram participação nos processos. Os critérios adotados pelos empreendedores foram os seguintes:

- ◆ Para aqueles que tinham terras, os valores das indenizações seriam pagos a partir dos benefícios materiais existentes nas terras, tais como: casas e árvores frutíferas, abstraindo a valoração do trabalho investido no trato com a terra;
- ◆ Para os que tinham casas, foi oferecido uma outra em troca ou o pagamento em dinheiro de acordo com valores estabelecidos pelos empreendedores.

Cerca de R\$ 5.281,00 foi o valor médio recebido pelos moradores de Cajá que foram indenizados com dinheiro (Fig. 16), ao passo que em Melancia, o valor médio recebido foi de R\$ 8.372,00 (Fig. 17). Em ambos os casos, houve insatisfação quanto ao valor pago como pode ser observado nas afirmações a seguir:

“Não pagaram tudo, o preço não foi justo, além deles não terem indenizado os pés de frutas da minha terra...”(Morador de Melancia)

“A indenização deveria ter sido um pouco maior. A outra casa tinha os cômodos grandes... Há, eles deveriam ter indenizado melhor”.
(Morador de Melancia)

“O governo não respeitou o direito da gente. A gente pagava imposto, pagava tudo e ele só deu 250,00 reais por hectare de terra... Essa casa nem é minha, pois o dinheiro não deu pra fazer uma casa”. (Morador de Cajá)

No entanto, nem todos os moradores de Cajá e Melancia tiveram direitos a indenizações. Em Cajá, a justificativa do governo foi a de que algumas das casas não seriam inundadas pelas águas do reservatório, por estarem localizadas em uma região alta. Porém, os moradores residentes nestas casas foram prejudicados, na medida que o enchimento do reservatório criou dificuldades de acesso, pois eles só podiam chegar ou sair de suas residências com o uso de barcos.

Vale ressaltar ainda que algumas das promessas feitas aos moradores locais, quanto aos valores das indenizações não foram cumpridas pelos órgãos responsáveis. Tal fato motivou, recentemente, um protesto organizado pelos deslocados de Acauã e apoiado pelo Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), por meio do qual eles reivindicam melhorias quanto ao reassentamento, moradia, reavaliação de processos de indenização e crédito rural.

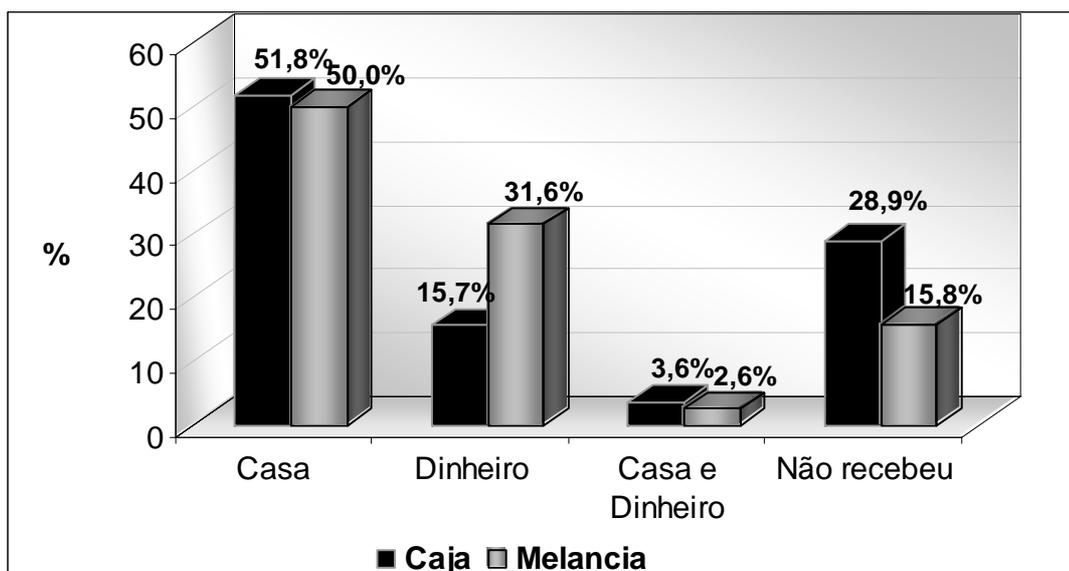


Figura 15: Tipos de indenizações recebidas pelas duas comunidades

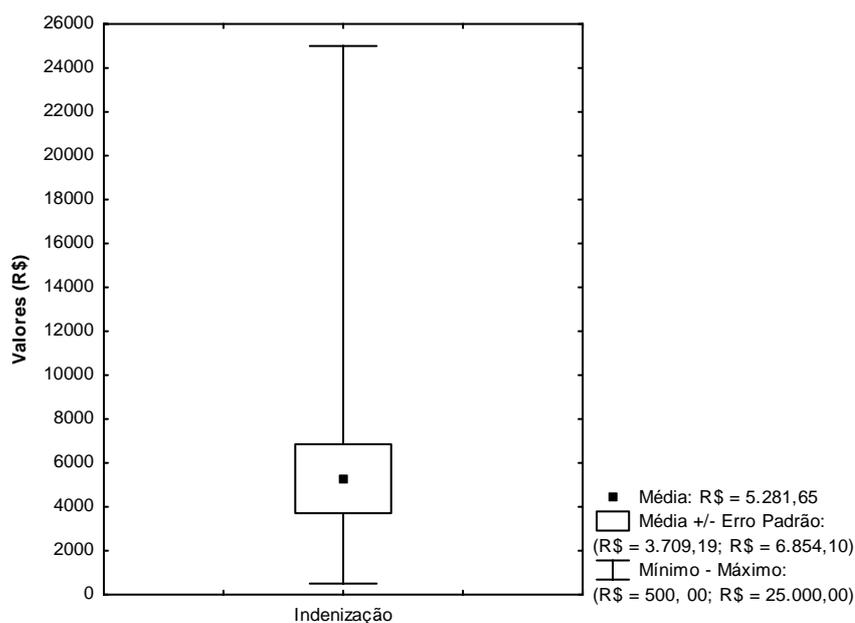


Figura 16 – Valores, máximos, mínimos e médios das indenizações recebidas pelos moradores de Cajá.

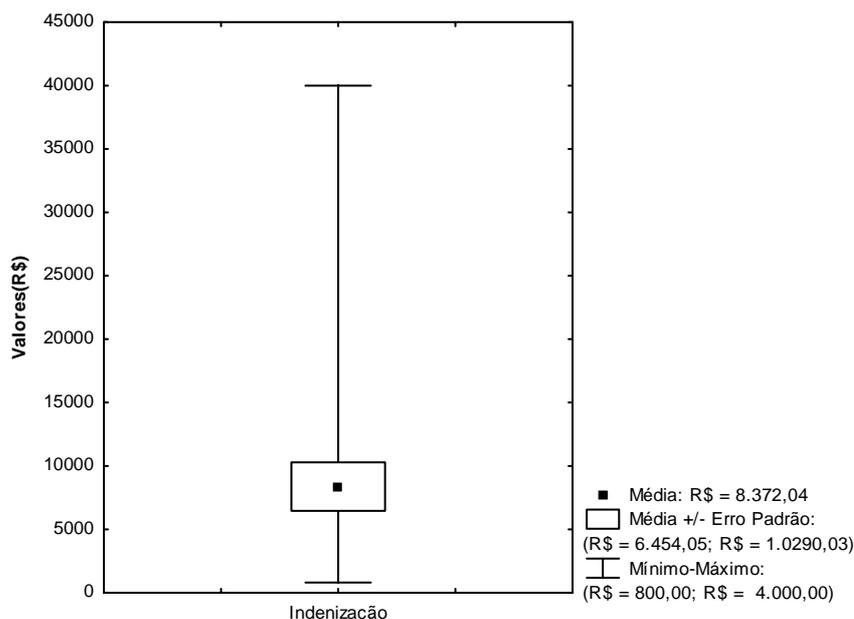


Figura 17 – Valores, máximos, mínimos e médios das indenizações recebidas pelos moradores de Melancia.

Assim como em Acauã, a população atingida pela construção da barragem de Itaipu, também não ficou satisfeita com os valores das indenizações, sobretudo em virtude do processo de discussão não ter incorporado suas principais reivindicações (GERMANI, 2003).

Em Tucuruí (Brasil), cerca de um a dois terços das famílias deslocadas não tiveram nenhum direito à compensação por falta de títulos de terra ou equivalente aceitável. Fearnside (1999) observou que isso foi uma ação proposital da ELETRONORTE (Instituição responsável pelo planejamento da hidrelétrica) para se livrar de responsabilidades legais. O resultado social foi que a maioria da população deslocada foi reduzida à indigência, e efetivamente tinha que procurar se manter por conta própria. Neste contexto, o autor observa que:

“Os valores de indenização eram pequenos, e o pagamento foi sujeito a demoras repetidas (que, no contexto de correção monetária inadequada para a inflação no Brasil naquela época, implicava em perdas substanciais de valor)”.

Fearnside (1999) ressalta ainda que, independente do valor monetário pago, o dinheiro rapidamente acaba, nas mãos de pessoas inexperientes em lidar com finanças, deixando a maioria das famílias sem nada, poucos meses depois.

Na barragem Three Gorges (China) o programa de assentamento causou perdas para a comunidade local e os atingidos foram forçados a migrar para lugares inóspitos ou a viver entre populações que os hostilizavam (WU MING, 1998).

Incentivos e indenizações constituem-se, hoje, em um dos maiores problemas para os assentados. A desvalorização das terras após o anúncio de que elas serão inundadas é outro fator de perda econômica para os proprietários ou moradores das regiões impactadas (JACKSON & SLEIGH, 2000).

No contexto da América Latina, nas décadas de 70 e 80, Ferradas (2005) diz que a mitigação dos efeitos sociais era geralmente limitada a compensações monetárias e/ou assentamento em outras áreas, sem ou com limitações de provisões para infra-estrutura local. Os impactos sociais dos projetos mais recentes foram mais sérios, notadamente como os das barragens de Sobradinho e Tucuruí. Em Sobradinho, construída entre 1975 e 1978, cerca de 12 mil famílias foram deslocadas e passaram a viver em locais que não propiciavam condições de trabalho para os moradores.

Segundo a Comissão Mundial de Barragens (2000), quando houve indenizações aos atingidos por barragens, elas ora foram insuficientes para aqueles que a receberam, ora não foram ainda pagas. Nesse contexto, de acordo com a WCD, os planos de assentamentos consideram apenas a questão da mudança física e não incorpora a avaliação dos aspectos socioeconômicos da vida dos atingidos. Nas comunidades de Cajá e Melancia os moradores não ficaram satisfeitos com as indenizações pagas e confirmaram as experiências mal sucedidas no mundo, quanto ao processo de assentamento das populações atingidas por barragens.

Após a construção do reservatório de Acauã, as duas comunidades consideraram que houve modificação em seus padrões de vida, sobretudo em Cajá, uma vez que o deslocamento afetou diretamente as condições de infra-estrutura básica e de subsistência (Fig. 18). Tal situação pode ser ilustrada com os dizeres abaixo:

“Hoje a vida é muito difícil, sem saúde e sem trabalho digno, pois o que planto é em terras dos outros. Se não fosse a aposentadoria já tinha morrido de fome”. (Moradora de Cajá)

“O ruim é que não dá para plantar, pois não tem terreno. Ficou bom porque não falta água. Aumentou o lucro, pois o pessoal vem tomar banho na barragem. Mas não tem emprego para o pessoal”. (Morador de Melancia)

As diferenças observadas, quanto ao grau de satisfação, entre os dois depoimentos pode ser explicado pelo fato da comunidade de Melancia localizar-se em uma área mais próxima ao reservatório, e por isso se beneficiar, por exemplo, do lucro gerado com a presença de recreacionistas. Segundo os moradores, a renda da comunidade é complementada pelo comércio informal realizado nos fins de semana. Além disso, em comparação com Cajá, a comunidade de Melancia possui uma infraestrutura básica melhor.

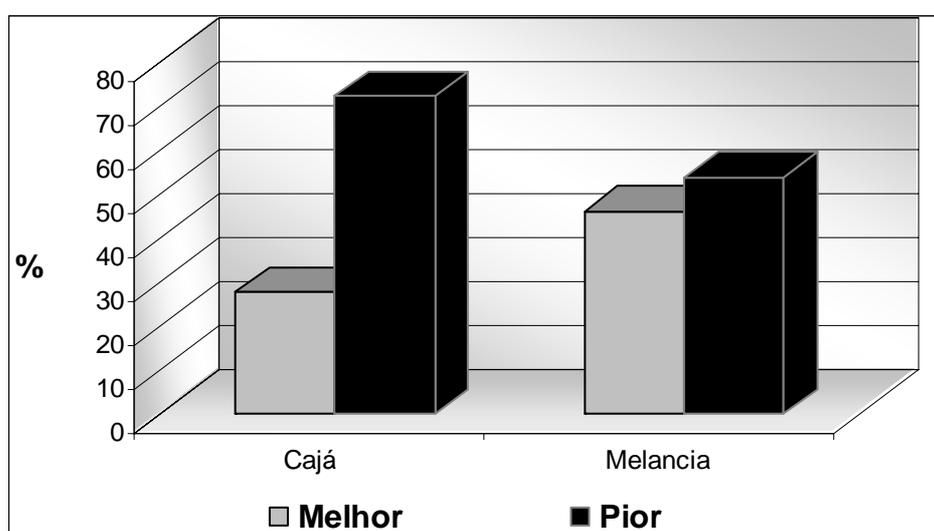


Figura 18: Grau de satisfação quanto à qualidade de vida após a construção da barragem.

Alguns outros moradores entrevistados consideram que houve melhorias em suas vidas (32,5% em Cajá e 47,4% em Melancia), em decorrência, principalmente, da maior disponibilidade de água, como mostra os seguintes dizeres:

“Ficou melhor porque tem muita água e muito peixe”. (Morador de Cajá)

“A vida melhorou. Antes pra arrumar peixe tinha que pedir aos donos dos açudes. Agora tem muita água do governo, onde pode pescar, comer e vender peixe”. (Morador de Melancia).

Scudder (1997), caracteriza o assentamento involuntário em quatro estágios, quais sejam: o primeiro estágio é a relocação, o segundo é a adaptação às novas situações e ocupações. Em função do reajustamento do estresse emocional e econômico, muitos apresentam uma queda abrupta em suas rendas e no padrão de vida. A maioria das pessoas pára de investir na melhoria das condições de vida, uma vez que elas sabem que vão se mover para outros locais. O assentamento entra no terceiro estágio se o desenvolvimento econômico e a formação da comunidade ocorrer. O quarto estágio representa a consolidação. O autor observou que na maioria dos casos, o processo não atinge o terceiro estágio.

O assentamento das comunidades de Cajá e Melancia não atingiu o terceiro estágio, em razão dos moradores ainda sofrerem perdas econômicas e passarem privações quanto à falta de terra para plantar, moradia, saneamento básico e saúde.

Tais considerações permitem afirmar que todo processo de relocação provoca transformações marcantes nas formas de vida das populações, que podem ser desenhadas pelas rupturas nos modos de vida, acumulando-se impactos de distintas ordens tanto no campo sócio-cultural quanto no meio físico e biótico.

Zhang (2005) observa que os efeitos adversos da construção de barragens podem ser minimizados mediante um planejamento cuidadoso, com a participação popular e pela incorporação de uma variedade de medidas de mitigação. No entanto, poucos esforços são feitos neste sentido, ignorando completamente as necessidades básicas dos indivíduos e de suas famílias.

7. Conclusão

Os custos sociais da construção do reservatório de Acauã foram e continuam a ser significativos para a população atingida. O deslocamento da população da área de inundação e sua relocação subsequente, a perda de propriedades de terras que antes serviam de fonte de renda, a insatisfação quanto às indenizações pagas e a consequente perda econômica sofrida pelos moradores locais, são alguns dos impactos causados pela construção deste empreendimento. A desestruturação familiar e o aumento de conflitos entre os moradores dos vilarejos são outros fatores detectados e que merecem ser considerado, quando se pretende compreender os níveis de impactos provocados pelo deslocamento da população, como consequência de causas alheias à sua vontade.

A ociosidade, sobretudo de jovens, tem induzido a comportamentos socialmente inadequados, afetando a tranquilidade do local.

Com a relocação das populações, a renda média mensal apresentou uma queda da ordem de 10% em Melancia e de 31% em Cajá, evidenciando mais uma perda financeira para uma população já bastante carente.

A agricultura e a pecuária que representavam as principais atividades econômicas da região sofreram quedas significativas, sendo desenvolvidas com menores intensidades, em decorrência da falta de terras. A recuperação da renda de grande parte das famílias ainda não está assegurada, sendo necessária a busca, por parte das comunidades, de trabalhos informais quase sempre mal remunerados.

A água do reservatório que foi construído com a finalidade de abastecimento humano, não se presta para tal finalidade, tendo em vista o grau de comprometimento com a entrada de esgotos domésticos e o alto grau de eutrofização.

As condições sanitárias são precárias, não tendo rede coletora de esgotos e nem tratamento dos efluentes.

A grande incidência de doenças de pele observada, principalmente na comunidade de Cajá, ocorreu em função da falta de saneamento ambiental que contribuiu de forma decisiva para disseminação de doenças dessa natureza.

O analfabetismo e o desemprego constituem-se em graves problemas na área estudada representando inquietação e insatisfação por parte dos moradores locais.

8. Referências

BURDGE, J.R., FRICKE, P.; FINSTERBUSCH, K., FREUDENBURG, W.R., GRAMLING, R., HOLDEN, A., LLEWELLYN, L. PETERSON, J.S., THOMPSON, J., WILLIAMS, G. Guidelines and principles for social impact assessment. **Environment. Impact Assess**, vol 15. p. 11-43. 1995.

CEE. FRIENDS OF THE EARTH INTERNATIONAL CEE BANKWATCH NETWORK. **The Alqueva dam How the EIB helped to finance environmental destruction in Portugal**. Platform for Sustainable Alentejo, 2005.

CENTRO DE JUSTIÇA GLOBAL; MAB – MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS; CPT – COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; NACAB - NÚCLEO DE ASSESSORIA ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS POR BARRAGENS. **ATINGIDOS E BARRADOS: As violações de direitos humanos na hidrelétrica Candonga**. Rio de Janeiro e Ponte Nova, Novembro de 2004.

DORCEY, T., STEINER, A., ACREMAN, M., ORLANDO, B. **Large Dams. Learning from the Past, Looking at the Future** (Proceedings of World Conservation Union and World Bank Workshop, Gland, Switzerland, 11-12 April), 1997.

FEARNSIDE, P.M. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. **Environmental Management**, vol. 24, nº. 4. p. 485-495. 1999.

FERRADAS, C. **Report of Social Impacts of Dams: Distributional and Equity Issues- Latin American Region**. State University of New York at Binghamton, USA Prepared for Thematic Review I.1: Social Impacts of Large Dams Equity and Distributional Issues. Disponível em: <http://www.dams.org>. Acesso em: 08 de dezembro de 2005.

GERMANI, G.I. **Expropriados. Terra e água: o conflito de Itaipu**. 2ª ed. Salvador: EDUFBA/ULBRA, 2003.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA - SEMARH. **Relatório de Impacto Ambiental da Barragem de Acauã**. Vol. III- IBI- Engenharia Consultiva LTDA, 1999. 268p

HUNTER, J. M., REY, K., CHU, E., ADEKOU, J. & MOTT, K. **Parasitic Diseases in Water Resources Development: The Need for Intersectoral Negotiation**. Geneva: World Health Organization. 1993.

JACKSON, A.S.; SLEIGH, A. **Resettlement for China's Three Gorges Dam: socio-economic impact and institutional tensions.** *Communist and Post-Communist Studies* 33 (2000) 223–241. Disponível em: www.elsevier.com/locate/postcomstud. Acesso em: 14 de dezembro de 2005.

MAB. MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS. Disponível em: <http://www.mabnacional.org.br/atingidos.html>. Acesso em: 10 de dezembro de 2005.

MAGALHÃES, S.B. Tucuruí: A relocation policy in context. In: L.A.O. S. & L.M.M. A. (Eds.) **Hydroelectric Dams on Brazil's Xingu River and Indigenous Peoples. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts.** EUA: Cultural Survival Report 30, 1990. p. 105-114.

MUCCHIELLI, R. **O questionário na pesquisa social.** Tradução: Luiz Lorenzo Rivera; Sílvia Magaldi. São Paulo: Martins Fontes, 1978. 176 p.

SCUDDER, T. Social impacts of large dam projects. In: DORCEY, T., STEINER, A., ACREMAN, M., ORLANDO, B. (Eds.). **Large Dams. Learning from the Past, Looking at the Future.** Proceedings of World Conservation Union and World Bank Workshop, Gland, Switzerland, 11–12 April, 1997. p. 41–68.

WCD, WORLD COMMISSION ON DAMS. Disponível em: <http://www.dams.org>. Acesso em: 10 de dezembro de 2005.

WU, M. **Resettlement problems of the Three Gorges Dam: a field report. International Rivers Network and Human Rights in China.** Published on the world wide web site for IRN, 12 March. 1998.

ZHANG, L. **Social Impacts of Large Dams: The China Case. Prepared for Thematic Review I.1: Social Impacts of Large Dams Equity and Distributional Issues.** Disponível em: <http://www.dams.org>. Acesso em 10 de dezembro de 2005

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise e avaliação da qualidade da água de Acauã e das condições socioeconômicas dos povoados de Cajá e Melancia, observa-se que a noção de desenvolvimento sustentável ainda está bastante longe de se tornar realidade, apesar deste conceito, assim como da expressão qualidade de vida, já fazerem parte dos planos de desenvolvimento propostos na região do Semi-árido Paraibano.

O estudo de alguns dados levantados por esta pesquisa, possibilitou o delineamento do quadro limnológico do reservatório de Acauã o qual mostrou a nítida influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água deste reservatório. Todas as análises aqui realizadas apontaram para um estado de eutrofização preocupante deste ecossistema, como consequência das altas cargas de nutrientes provenientes de sua bacia de drenagem.

Outro fator preocupante está ligado à elevada ocorrência de cianobactérias potencialmente toxigênicas encontradas, nas águas deste reservatório, o que se configura numa situação de risco a saúde pública, em decorrência da capacidade que essas cianobactérias têm de produzir diversas toxinas.

Como consequência desses fatores, faz-se necessário definir formas de manejo sustentado desse ecossistema. Para isso torna-se necessário o monitoramento sistemático, o qual resulta em séries temporais de dados que permitem avaliar a evolução da qualidade do corpo aquático e conhecer às tendências de sua variação.

Em se tratando das comunidades, as condições socioeconômicas, aqui expressadas, determinam o atual estado de pobreza e insatisfação predominante na região, transformando-se, essa situação, em fator limitante ao acesso e a realização das aspirações, pela população, de uma vida melhor.

A qualidade de vida depende da oportunidade e da capacidade de se ter um lugar na sociedade. O analfabetismo e o desemprego, freqüentes na região, escravizam o pobre à miséria. A falta de instrução origina um outro sério problema, a

desinformação, que impede a tomada de consciência, dificultando ao indivíduo o exercício pleno do seu papel como cidadão.

O deslocamento compulsório destas populações se colocou como um dos principais problemas incluso no processo das exclusões sociais, decorrentes da apropriação de territórios para fins de implantação do empreendimento, dado que estes foram considerados como espaços naturais, desconectados, portanto de práticas socioculturais. Com o deslocamento e mudança na sua estrutura de vida, restou aos moradores atingidos uma profunda indignação e angustia de terem sido extremamente prejudicados com o não cumprimento dos compromissos antes assumidos.

Diante do exposto faz – se necessário à implantação de programas que busquem a reativação econômica na região através doação de terras e condições trabalho, o pleno reconhecimento de todos os moradores atingidos por esse empreendimento, a melhoria na qualidade da infra-estrutura e saúde, garantia de educação básica, água para consumo de boa qualidade e por fim garantia de participação popular, na definição de projetos sobre barragens como forma de garantir um desenvolvimento sustentável e uma sadia qualidade de vida das populações afetadas por empreendimentos dessa natureza.

APÊNDICE