



## IV-150 - QUALIDADE DE ÁGUA DE CORPOS AQUÁTICOS INSERIDOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA, SEMIÁRIDO PARAIBANO

**Thaise Leandro Barbosa<sup>(1)</sup>**

Bióloga - Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestranda em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Manaus - AM).

**Ronaldo Justino de Araujo Júnior**

Biólogo - Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

**Celia Regina Diniz**

Engenheira Química – Universidade Federal da Paraíba/ UFPB - Brasil. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFPB. Doutora em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande/UFCG. Professora da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB.

**José Etham de Lucena Barbosa**

Biólogo - Universidade Estadual da Paraíba/Brasil. Mestre em Botânica – Universidade Federal de Pernambuco. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de São Carlos. Professor da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB.

**Beatriz Susana Ovruski de Ceballos**

Bioquímica – Universidade Nacional de Tucumán/Argentina. Mestre em Microbiologia e Imunologia – Escola Paulista de Medicina/SP. Doutora em Ciências - Área de Concentração Microbiologia Ambiental/ USP. Professora da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58.100.000 - Brasil - Tel: +55 (83)9312-3432 - e-mail: [ceballosbso@aol.com](mailto:ceballosbso@aol.com)

### RESUMO

O estudo espaço-temporal de variáveis limnológicas possibilita caracterizar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos de resposta do sistema, sendo possível definir políticas para o uso d'água. Os objetivos deste estudo foram: analisar a amplitude das variações de parâmetros limnológicos e sanitários e os processos de estratificação e mistura, em açudes do semiaárido paraibano. Foram realizadas coletas mensais em 2008, nos açudes de Camalaú e Poções onde foram demarcados quatro pontos amostrais, de acordo com o percentual de luz incidente: PA = 100%, PB = 50% e PC = 0% de luz. Foram analisadas a temperatura da água, transparência, pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), alcalinidade, amônia, nitrito, fósforo total, ortofosfato solúvel, *Escherishia coli* (*E. coli*) e clorofila *a*. Não ocorreram variações acentuadas da qualidade da água entre pontos de superfície, sendo mais expressivas as variações na coluna d'água e ao longo dos meses. A temperatura da água não apresentou diferenças definidas entre os pontos de superfície, com valores médios de 25,06°C (Camalaú) e 27,4°C (Poções) ao longo dos meses e estratificação térmica ao longo da coluna d'água. A transparência, foi mais baixa no período de menor volume de água dos açudes. As águas dos açudes apresentaram-se levemente alcalinas, com valores mais elevados nas camadas superficiais. A condutividade elétrica não apresentou diferenças acentuadas entre as profundidades, com média na superfície da água de 343,45 µS/cm (Camalaú) e 506,6µS/cm (Poções). As variações verticais da alcalinidade não foram definidas, com média de 20,4 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Camalaú) e 35,5 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Poções) e menores valores no período de maior volume de água nos açudes. O oxigênio dissolvido mostrou variações entre as profundidades com menores concentrações no fundo e média de 4,35mg/L (Camalaú) e 6,2mg/L (Poções) nos pontos de superfície. O nitrogênio amoniacal ao longo da superfície da água apresentou uma média de 63,1 µg/L (Camalaú) e 27,3 µg/L (Poções), com aumento em direção ao fundo do açude. As concentrações de nitrito não apresentaram padrão vertical ou horizontal definido. O fósforo total e ortofosfato solúvel apresentaram tendência de aumento no fundo do açude. As concentrações de clorofila *a* apresentaram média de 12,45µg/L (Camalaú) e 5,85µg/L (Poções) na superfície da água, com diminuição ao longo da coluna d'água. As concentrações de *E. coli* foram mais elevadas no fundo do corpo aquático, com valores médios de 344,9 NMP/100mL (Camalaú) e 149,8 NMP/100mL (Poções), com concentrações aumentando ao longo da coluna d'água. Nos dois açudes, a qualidade da água apresentou grande variabilidade, principalmente ao longo da coluna d'água, sob forte influência de fatores antropogênicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de Água. Variação espaço-temporal. Semiárido paraibano.

## INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino periodicamente apresenta problemas de escassez e de qualidade de água. Nesta região, a falta de água tratada e a irregularidade na distribuição de chuvas fazem com que o uso de açudes, barreiros, cacimbas e poços se tornem as principais fontes de água para consumo humano, principalmente nas áreas rurais. Por não possuírem sistemas de esgotamento ou drenagem, estes locais, lançam elevada carga poluidora nos corpos aquáticos disponíveis, onde uma parte significativa da população rural utiliza estas águas para consumo humano sem tratamento prévio (LITTER; MANSIGLIA, 2001; LITTER; GONZALEZ, 2004).

O estudo espaço-temporal de variáveis limnológicas possibilita caracterizar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e avaliar as modificações e interações entre as variáveis de qualidade, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos de resposta do sistema aos estímulos internos e externos, sendo possível definir políticas para o uso d'água e definir ações de controle da poluição.

Os estudos de qualidade da água, no que concerne a seus aspectos limnológicos e sanitários objetivam fornecer informações para a detecção e predição de processos de eutrofização, salinização, contaminação, princípios de manejo e gestão destes recursos, bem como para a elaboração de modelos preditivos que viabilizem o aumento da vida útil dos corpos aquáticos, em particular os destinados ao consumo humano (DINIZ, 2005).

Este estudo teve como objetivos: analisar a amplitude das variações de parâmetros limnológicos e sanitários e sua influência na qualidade da água em ciclos temporais, ao longo da coluna d'água, e os processos de estratificação e mistura, nos açudes de Poções e Camalaú, localizados no curso do Alto Rio Paraíba, na busca de subsídios para a compreensão da dinâmica destes açudes e para o planejamento do gerenciamento de ecossistemas aquáticos do semiárido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, nos açudes de Poções e Camalaú, semiárido paraibano (Figura 1).

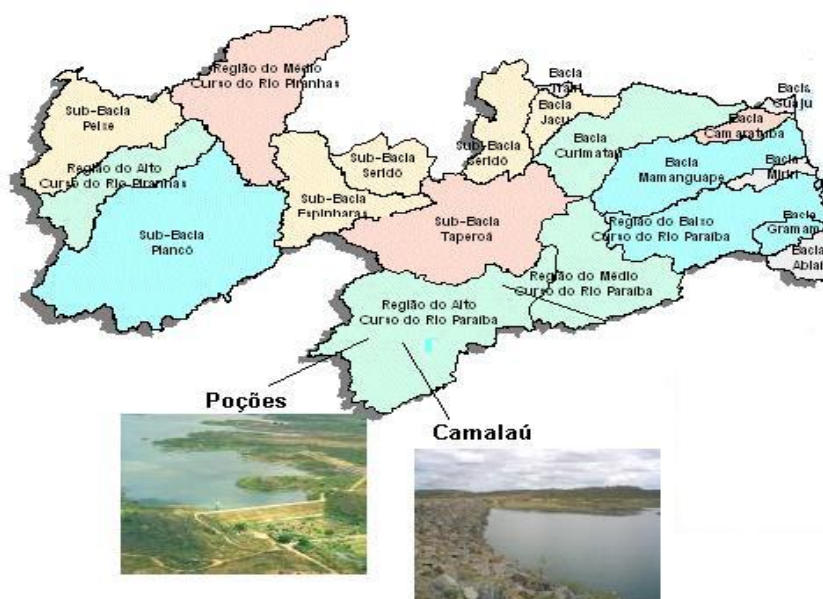


Figura 1 Localização dos açudes Poções e Camalaú na bacia hidrográfica do rio Paraíba.



O açude Poções (7°53'21,6''S e 36°59'50,6''W) é o primeiro grande reservatório do curso do rio Paraíba. Está situado no riacho Mulungu à altitude de 582m, no município de Monteiro-PB. A finalidade principal do açude é o aproveitamento do potencial hídrico para abastecimento e irrigação. Sua bacia hidrográfica possui 656km<sup>2</sup> e a região apresenta uma precipitação média de 588 mm. O barramento forma um lago que cobre uma área com 773,41 ha e acumula um volume de 29.861.562 m<sup>3</sup> (PARAÍBA, 2008).

O açude Camalaú (7°53'06,2''S e 36°50'08,7''W), possui capacidade máxima de 46.437.520 m<sup>3</sup> (PARAÍBA, 2008), é utilizado para abastecimento e possui atividade de piscicultura em tanques-rede, recebendo as águas do açude Poções, nos períodos de sangria.

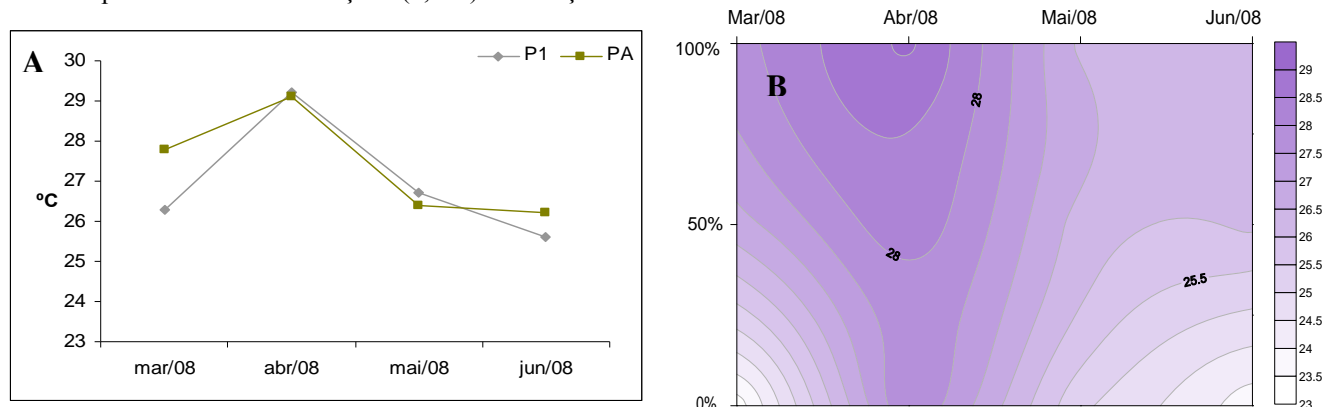
Foram realizadas coletas mensais, nos meses de março a junho de 2008, nos dois açudes, onde foram demarcados quatro pontos amostrais, sendo um localizado na zona litorânea (P1) e na zona limnética, em três profundidades, de acordo com o percentual de luz incidente: PA = 100%, PB = 50% e PC = 0% de luz. As variáveis analisadas foram: temperatura da água (Oxímetro Handlab), transparência (disco de Secchi), pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), alcalinidade, amônia, nitrito, fósforo total, ortofosfato solúvel, *Escherishia coli* e clorofila *a*.

## RESULTADOS

Os açudes de Camalaú e Poções, embora se localizem na mesma bacia hidrográfica, apresentam diferenças entre si quanto ao seu volume de acumulação, morfometria, usos, assim como a exposição a características climáticas. Os dois açudes são utilizados para abastecimento da população em seu entorno. Além desse uso, o açude Camalaú tem como fonte de renda a prática da piscicultura em tanques-rede e o açude de Poções também usa suas águas para irrigação.

### Açude Camalaú

A disposição horizontal da temperatura na superfície da água do açude de Camalaú apresentou média de 25,06°C com uma amplitude de 3,6°C entre os meses investigados, apresentando um máximo (29,2°C) em abril/08 no ponto P1 e um valor mínimo (25,6°C) no mesmo ponto no mês de junho/08 (Figura 2). Houve tendência de menores valores nos meses mais frios do ano. A estrutura térmica do açude de Camalaú apresentou estratificações ao longo da coluna d'água nos meses estudados, com uma maior amplitude térmica entre a superfície e o fundo do açude (4,6°C) em março/08.

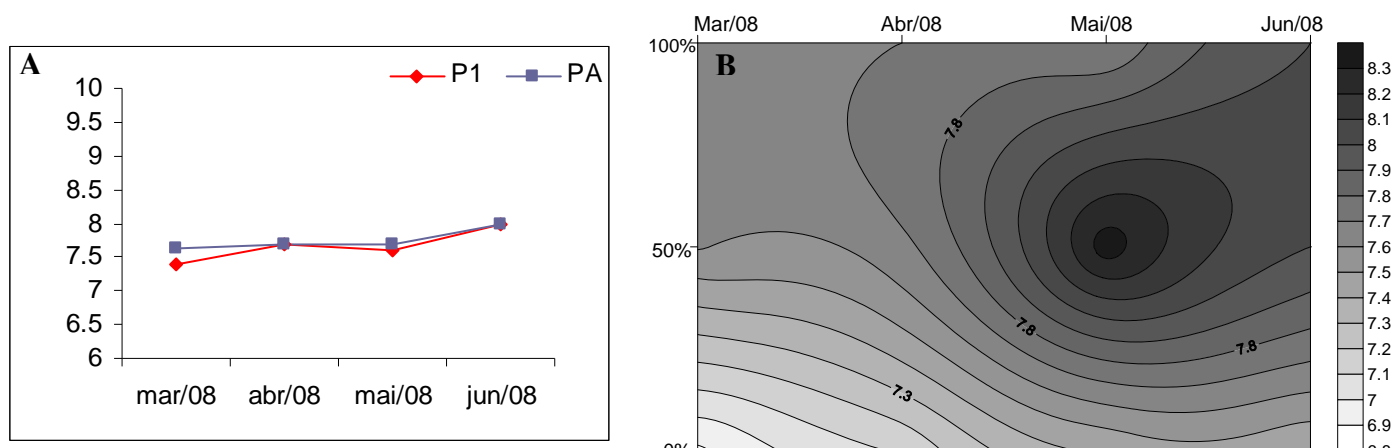


**Figura 2 Disposição horizontal e superficial (A) e diagrama de profundidade (B) da temperatura da água no açude Camalaú-PB no período de março a junho/2008.**

A menor transparência, foi observada no mês de março (0,37m), período de maior precipitação pluviométrica, nos meses investigados (137,9mm), associada à entrada de material depositado na bacia de drenagem com as águas de escoamento superficial, à perturbação da coluna d'água e a ressuspensão de sedimento do fundo com as chuvas.

As águas do açude Camalaú mostraram-se levemente alcalinas, com média de 7,6 durante o período estudado (Figura 3). Foi verificada pequena variação de pH na superfície ao longo dos meses, com valor máximo (PA=8,0) em junho/08 e mínimo (P1=7,4) em abril/08. A pequena variação do pH pode estar associada à alta alcalinidade do açude e à capacidade de tamponamento, que permitem manter um pH mais ou menos estável

no sistema. Nas margens houve tendência de valores inferiores, durante os meses de estudo. Estes resultados podem estar associados ao carregamento de matéria orgânica em biodegradação com produção de ácidos orgânicos fracos que diminuem o pH. Ao longo da coluna d'água, a maior parte do período estudado, apresentou os maiores valores nas camadas superficiais (PB = 8,4) em maio/08 e menores no fundo do açude (PC= 6,9) em abril/08, associados a formação do CO<sub>2</sub> no hipolímnio e a redução do pH que são intensificadas pelo aumento da biodegradação heterotrófica da matéria orgânica.

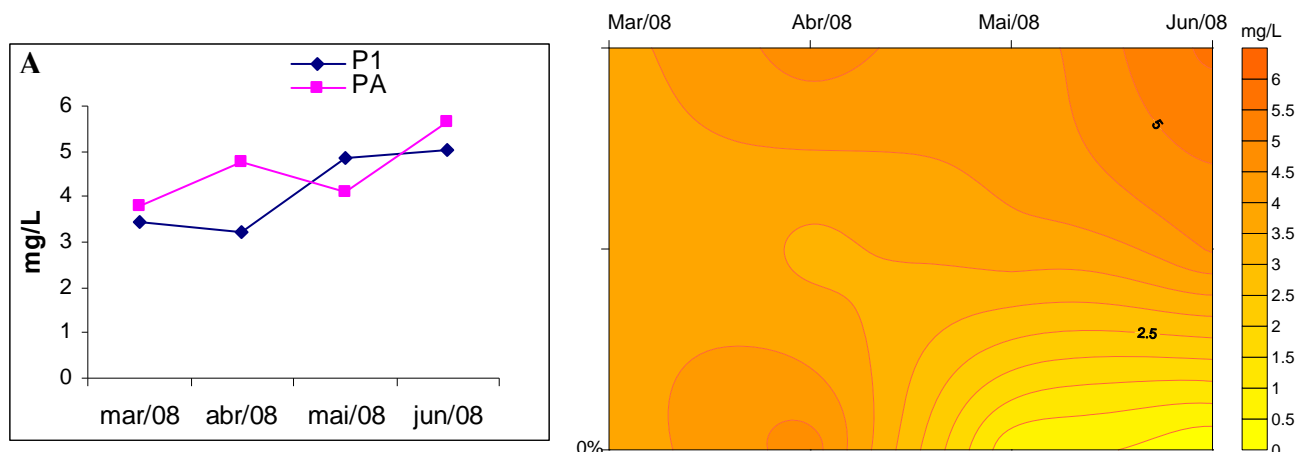


**Figura 3 Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do pH no açude Camalaú-PB, no período de março a junho/2008.**

A condutividade elétrica (CE) apresentou média na superfície da água de 343,45  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Os menores valores de CE, no açude Camalaú, foram verificados no mês de junho/08, associados ao aumento do volume do açude que apresentou em março/08 um volume de 33.511.037 m<sup>3</sup> e em junho/08 43.907.906 m<sup>3</sup>. O aumento do volume armazenado ao longo do período chuvoso favorece a diluição dos sais presentes no corpo aquático (VON SPERLING, 1999). Não foram verificadas diferenças acentuadas entre as profundidades.

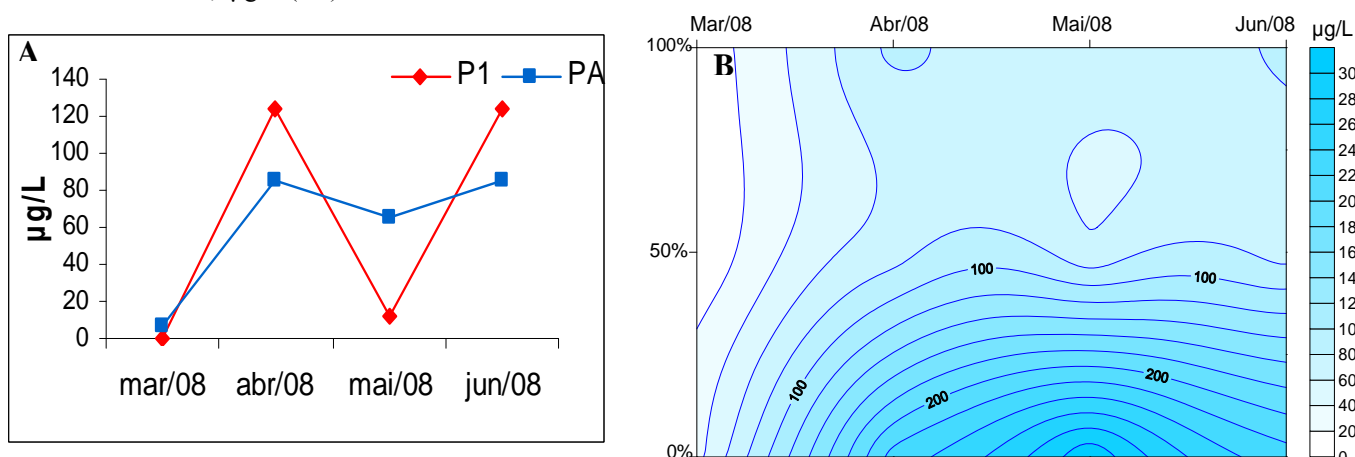
A alcalinidade apresentou baixas concentrações na superfície da água do açude de Camalaú, com concentração média de 20,4 mgCaCO<sub>3</sub>/L, com menores valores no período de maior volume de água no açude. Não foram verificados padrões verticais definidos para a alcalinidade no açude Camalaú.

A distribuição do oxigênio dissolvido (OD) no açude Camalaú apresentou baixas concentrações, com média de 4,35mg/L e pequena variação horizontal ao longo dos meses e dos pontos, com menores valores no mês de março/08 (Figura 4). Um forte fator de diminuição de OD na água é a biodegradação de matéria orgânica. Pela regra de Van't Hoff, a elevação da temperatura em 10°C pode duplicar ou triplicar a velocidade das reações (ESTEVES, 1998). As baixas concentrações de OD no fundo do açude, chegando a anoxia (PC=0,0mg/L) em junho/08, estão associadas a maior demanda de oxigênio nos processos de respiração e degradação da matéria orgânica, que diminuem a reserva de oxigênio podendo causar um déficit se processos mecânicos provocados pela ação do vento não forem suficientes para manter o mínimo de oxigênio no corpo aquático.



**Figura 4** Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do oxigênio dissolvido no açude Camalaú-PB no período de março a junho/2008.

Os valores de nitrogênio amoniacal ao longo da superfície da água apresentaram uma média de 63,1  $\mu\text{g/L}$ , com valores mais elevados em junho/08 (P1 = 124  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 5). Na coluna de água, a distribuição da amônia ao longo dos meses foi aumentando em direção ao fundo do açude, chegando a apresentar valor máximo de 317,3  $\mu\text{g/L}$  (PC) no mês de maio/08.



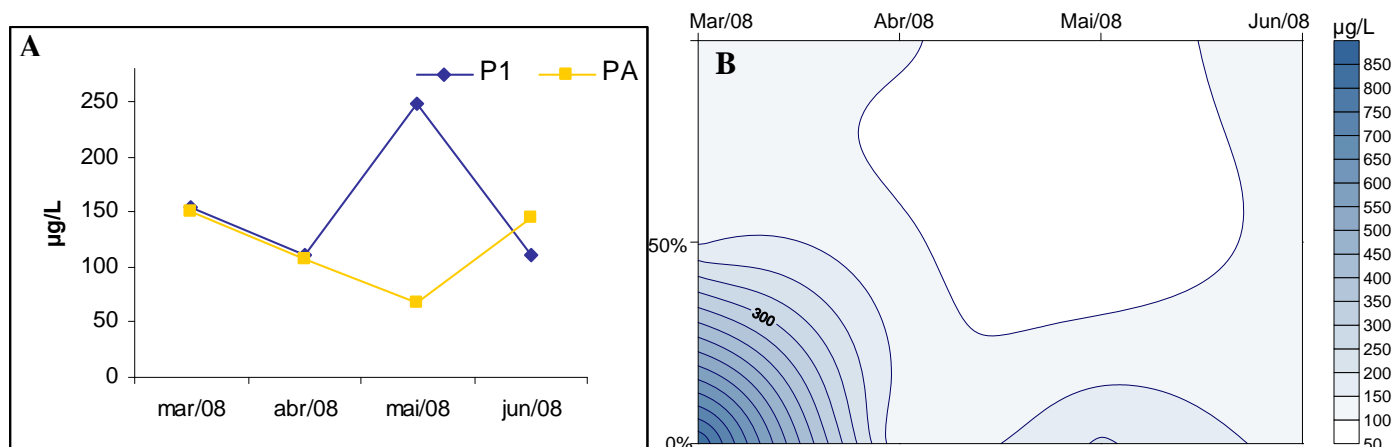
**Figura 5** Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) de nitrogênio amoniacal no açude Camalaú-PB no período de março a junho/2008.

As concentrações de nitrito na superfície do açude Camalaú foram baixas e variaram entre 6,15 mg/L (abril/08) e 15,37 mg/L (maio/08). A distribuição de N-nítrico na coluna d'água de ecossistemas tropicais, não evidenciou um padrão definido para este nutriente e parece estar diretamente relacionada com o grau de oxigenação da coluna d'água. O açude Camalaú, por apresentar baixas concentrações de OD e estratificações térmicas instáveis, pode ter resultado nos perfis verticais indefinidos.

Para o fósforo total, a média de concentração na superfície da água do açude, ao longo dos meses, foi de 136,6  $\mu\text{g/L}$ , com máximo em maio/08 (P1=247,64). Ao longo da coluna d'água verificou-se aumento no fundo do reservatório, com máxima em março/08 (PC = 851,4 mg/L). O aumento de P<sub>tot</sub> em direção ao fundo associa-se à diminuição do oxigênio nessa profundidade (Figura 6).

Os valores relativamente elevados de nutrientes no açude Camalaú podem estar associados possivelmente por influências das atividades antrópicas dentro do açude, como a existência de tanques-rede no açude.



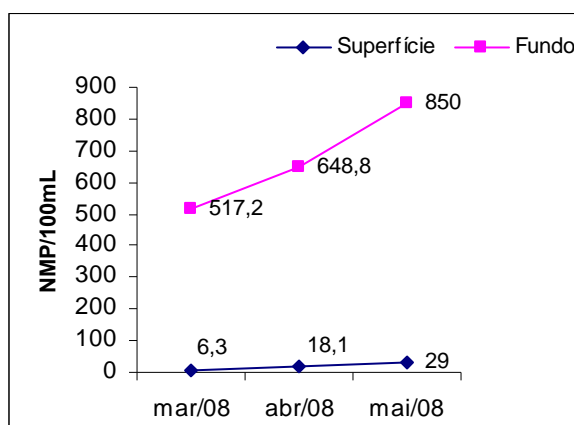


**Figura 6** Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do fósforo total no açude Camalaú-PB, no período de março a junho/2008.

As concentrações de ortofosfato solúvel no açude Camalaú apresentaram média de 3,11µg/L na superfície, com menores valores em março/08 (P1 e PA = 0 µg/L). Na coluna de água observou-se que ocorreu aumento da concentração na região mais profunda do corpo aquático.

As concentrações de clorofila *a* apresentaram média de 12,45µg/L na superfície da água, com maiores concentrações nos pontos de margem devido à estagnação da água nesta área rica em nutrientes, e pela entrada de algas e cianobactérias com os tributários dos rios. Na coluna de água, observou-se, de modo geral, diminuição da concentração com aumento da profundidade. Verificou-se uma estratificação mais acentuada no mês de junho/08.

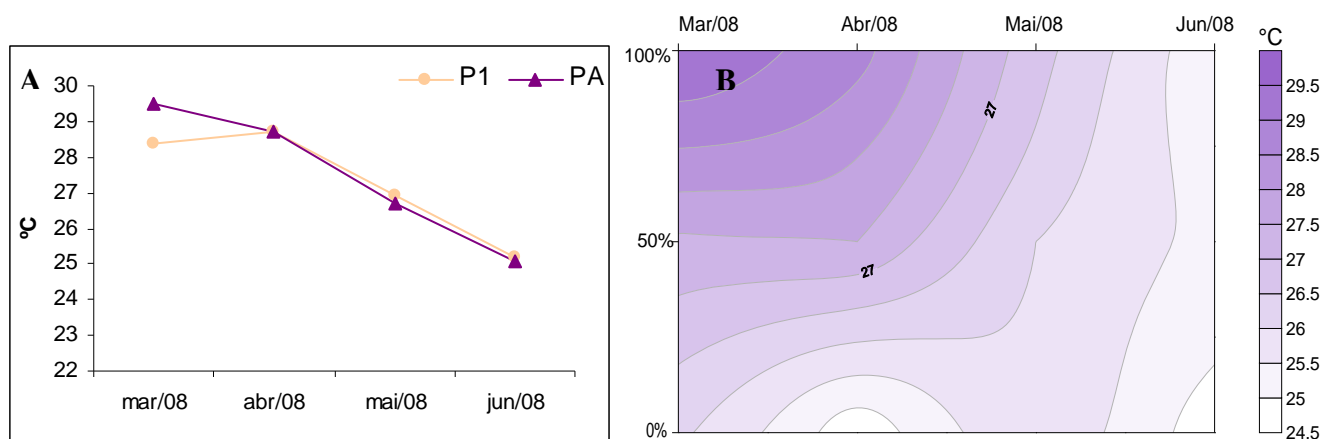
As concentrações de *E. coli* foram elevadas, com concentrações médias de 17,8 NMP/100mL na superfície e 672 NMP/100mL no fundo do corpo aquático, refletindo uma distribuição esperada, visto que na superfície os fatores bactericidas, como maiores valores de pH, OD e intensidade luminosa agem reduzindo a concentração de bactérias (Figura 7).



**Figura 7** Variação vertical de *E. coli* no açude Camalaú-PB, no período de março a maio/2008.

#### Açude Poções

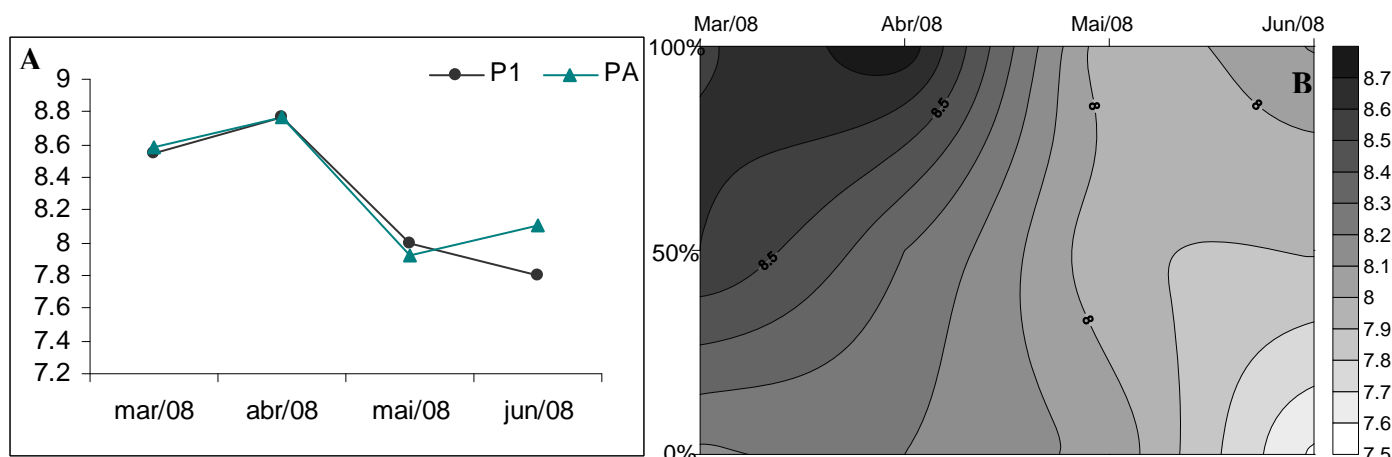
A temperatura da água da zona litorânea, do açude Poções, não apresentou diferenças acentuadas entre os pontos de superfície, com média de 27,4°C (Figura 8). Semelhantemente ao açude Camalaú, apresentou diminuição nos meses mais frios, com mínima no mês de junho/08 (PA=25,1°C) e máxima em março/08 (PA=29,5°C). Ao longo da coluna d'água, a estrutura térmica do açude Poções apresentou estratificações, particularmente durante os meses de março e abril/08, com amplitude máxima de 4,1°C (abril/08).



**Figura 8 Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) da temperatura da água no açude Poções-PB, no período de março a junho/2008.**

Quanto às propriedades ópticas da água, houve uma média de 0,88m de visibilidade do disco de Secchi ao longo dos meses estudados. O valor máximo de transparência foi obtido durante o mês de maio/2008, de 1,3m e o menor em abril/2008, 0,53m. Comparando os valores de transparência dos dois corpos aquáticos, verifica-se que em ambos os açudes, a transparência foi menor no período de menor volume de água dos açudes. Os menores valores de transparência podem estar associados à mistura produzida pelos ventos e pelas chuvas, que ressuspendeu material do fundo e diminuiu a qualidade óptica da água no período de menor volume dos açudes.

O pH do açude Poções apresentou-se sem diferenças acentuadas entre os pontos de superfície, com valores levemente alcalinos durante todo o período amostral, com média de 8,3, diminuindo ao longo dos meses (mínimo = 7,8 em junho/08) (Figura 9). Semelhantemente ao açude Camalaú, ao longo da coluna d'água, verifica-se declínio acentuado com a profundidade, com estratificações definidas, associadas à formação do  $\text{CO}_2$  e à redução do pH no fundo do açude.

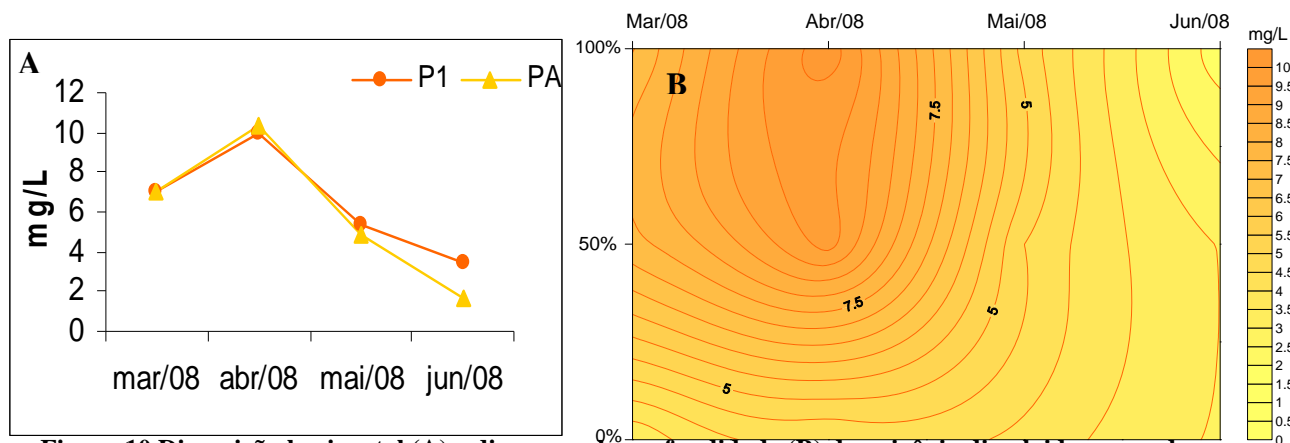


**Figura 9 Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do pH da água no açude Poções-PB, no período de março a junho/2008.**

No açude Poções, a Condutividade Elétrica apresentou uma média dos pontos de superfície de 506,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sem muita variabilidade entre os pontos, diminuindo com o aumento do nível da água do açude e conseqüente diluição da concentração de íons. Alcalinidade

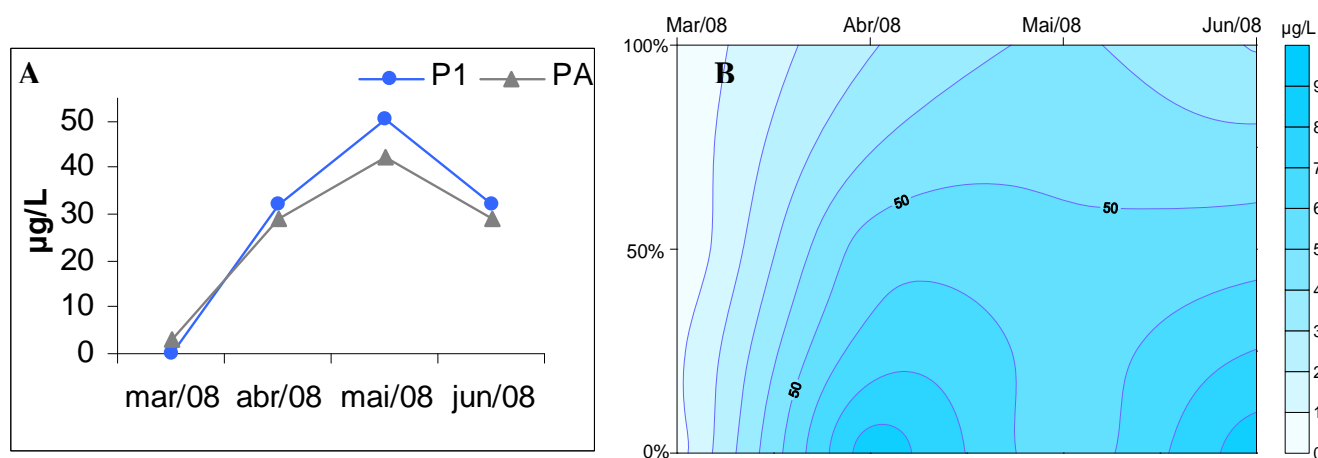
A média de alcalinidade obtida nos pontos de superfície do açude Poções durante o período de estudo foi de 35,5  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ , com pouca variabilidade entre os pontos PA e P1 e uma redução de seus valores ao longo do tempo, associado à diluição de carbonatos e bicarbonatos com o aumento de água armazenada no açude. As variações verticais da alcalinidade não foram definidas, semelhante ao açude Camalaú.

O oxigênio dissolvido no açude Poções apresentou média entre os pontos de superfície igual a 6,2mg/L, com valores mais baixos ao longo dos meses (Figura 10). O oxigênio dissolvido mostrou variações acentuadas entre as profundidades das coletas particularmente em março e abril/08 e seguiu o mesmo comportamento da temperatura da água, onde a coluna d'água sempre se manteve estratificada mostrando um perfil clinogrado, menores concentrações no fundo do açude.



**Figura 10 Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do oxigênio dissolvido no açude Poções no período de março a junho/2008.**

No açude Poções, os pontos de superfície apresentaram concentrações médias de nitrogênio amoniacal de 27,3  $\mu\text{g/L}$ , com maiores valores no ponto de margem (Figura 11). Houve um aumento das concentrações ao longo dos meses. Na coluna de água a distribuição da amônia sofreu um aumento com o aumento da profundidade, apresentando como valor máximo em abril/08 com PC= 87,3 $\mu\text{g/L}$ . A distribuição da amônia na coluna d'água deve estar diretamente relacionada com o grau de oxigenação da coluna d'água.

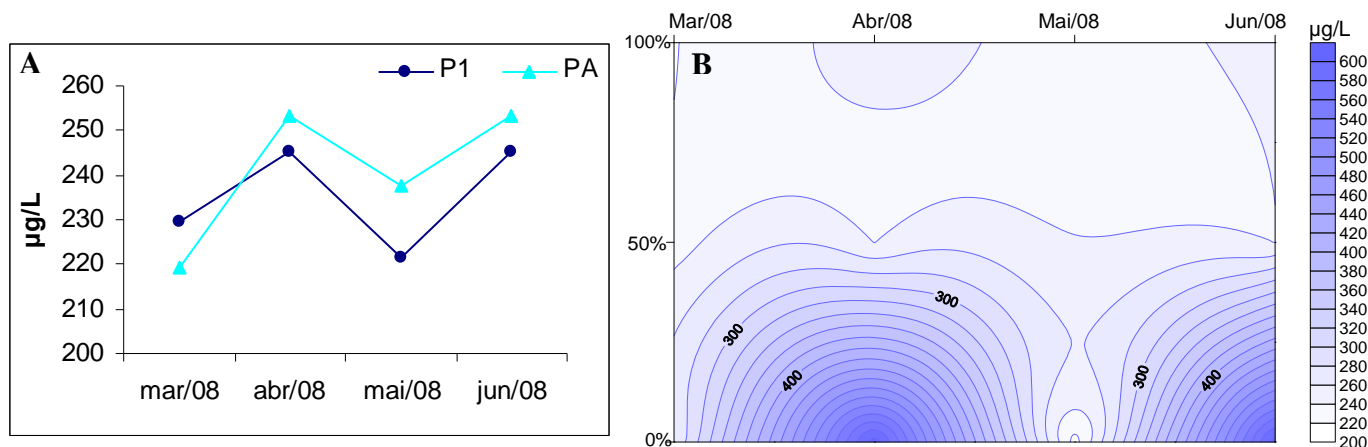


**Figura 11 Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) da nitrogênio amoniacal da água no açude Poções-PB, no período de março a junho/2008.**

O nitrito apresentou uma média de 9,3  $\mu\text{g/L}$  na superfície do açude Poções, com concentrações máximas de 44,3  $\mu\text{g/L}$  em junho/08. Na coluna d'água, não mostrou padrão definido de variação.

O valor médio de fósforo total nos pontos de superfície foi igual a 238,15  $\mu\text{g/L}$ , não apresentando um comportamento temporal definido. Na coluna d'água, mostrou variações verticais expressivas com maiores concentrações no fundo do açude (Figura 12).





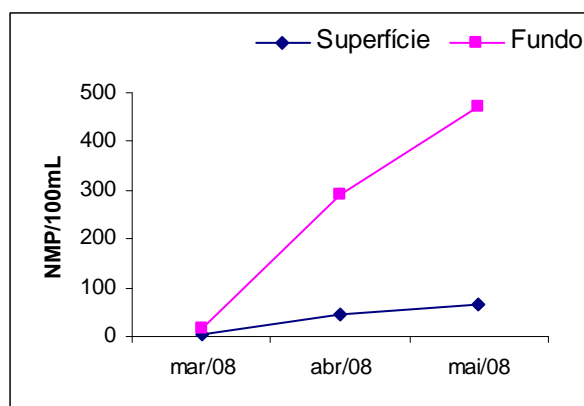
**Figura 12** Disposição horizontal (A) e diagrama de profundidade (B) do fósforo total da água no açude Poções-PB, no período de março a junho/2008.

As medidas de ortofosfato solúvel nos pontos de superfície do açude Poções, evidenciaram uma média de 14,7µg/L, distribuídas sem muita variação entre os pontos e com tendência de aumento temporal. Houve tendência de aumento das concentrações de ortofosfato com aumento da profundidade.

Para a clorofila *a* nos pontos de superfície, obteve-se valor médio de 5,85µg/L. Na coluna de água, pôde-se observar que as concentrações tenderam a diminuir com o aumento da profundidade. Estes resultados foram semelhantes aos observados no açude Camalaú.

As concentrações de clorofila *a* apresentaram-se baixas no período de estudo provavelmente devido ao aumento do volume de água nos reservatórios ou associadas ao sombreamento das macrófitas, toxicidade de substâncias químicas ou herbivoria zooplancônica sobre as algas.

As concentrações de *E. coli* no açude Poções foram mais baixas do que o açude Camalaú, aumentando ao longo da coluna d'água, associadas ao efeito bactericida da luz solar, com valores variando entre mínimo de 41 x10<sup>-1</sup> NMP/100mL (PA) e máximo de 4,73 x10<sup>2</sup> NMP/100mL (PC) (Figura 13). Pôde-se observar que este açude se apresentou menos contaminado que o açude Camalaú, o que pode ser atribuído à menor ação antrópica, o que pode estar associado à sua grande distância da zona urbana. O efeito bactericida da luz solar vem sendo estudado há bastante tempo, sendo observado o efeito sinérgico com oxigênio e pH sobre o decaimento bacteriano, pela produção de radicais livres e superóxidos. As bactérias possuem enzimas que reagem com oxigênio e produzem compostos tóxicos como produto final. Essa toxicidade do oxigênio molecular é realizada pela exposição das células bacterianas à luz solar ( $\lambda > 320\mu\text{m}$ ), com efeito letal sobre os microrganismos (WHITELAND; CODD, 1986).



**Figura 13** Variação vertical de *E. coli* no açude Poções-PB, no período de março a maio/2008.



## CONCLUSÕES

Nos açudes Camalaú e Poções, a qualidade da água apresentou grande variabilidade, principalmente ao longo da coluna d'água, sob forte influência de fatores antropogênicos. A estrutura térmica dos açudes apresentou estratificação, que geralmente ocorreu nos períodos quentes do ano, com circulação durante os meses mais frios.

A variável mais sensível à estratificação térmica foi o oxigênio dissolvido, que apresentou perfil clinogrado nos dois corpos aquáticos, com menores concentrações de oxigênio dissolvido no fundo dos açudes. O açude Camalaú apresentou-se com menores concentrações de oxigênio dissolvido, o que pode estar associado à biodegradação de matéria orgânica devido ao maior impacto antropogênico que o açude está submetido.

Os dois ambientes mostraram uma pequena variação do pH, fato associado à capacidade de tamponamento dos mesmos.

Valores elevados de condutividade elétrica (CE), nos dois açudes, podem ser atribuídos aos aportes dos solos salinos da região, dos rios afluentes e da evaporação. Os valores de CE diminuíram com o aumento do nível da água dos açudes e conseqüente diluição da concentração de íons.

O nitrogênio amoniacal, fósforo total e ortofosfato solúvel apresentaram tendência de aumento no fundo do açude. É essencial estabelecer estratégias de manejo visando à conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos conhecendo o balanço das massas de nitrogênio e fósforo, uma vez que o acúmulo desses nutrientes é a principal causa da eutrofização.

As bactérias indicadoras de contaminação fecal (*E. coli*) estiveram presentes em ambos os açudes, sugerindo que estes ambientes estão expostos à ação antrópica, recebendo impactos de fezes ou esgotos domésticos ao longo do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DINIZ, C. R. Ritmos Nictemerais e Distribuição Espaço-Temporal de Variáveis Limnológicas e Sanitárias de Dois Açudes do Trópico Semi-Árido (PB). 2005. 193f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
2. ESTEVES, F. A. Fundamentos da Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.
3. LITTER, M. I.; MANSIGLIA, H. D. Desinfección Solar de Aguas em Comunidades Rurales de América Latina – Project OEA AE 141. Argentina: Marta I. Litter y Hector D. Mansiglia, 2001.
4. LITTER, M. I.; GONZALEZ, A. J. Avances en tecnologías económicas solares para desinfección, descontaminación y remoción de arsénico en aguas de comunidades rurales de América Latina – Project OEA AE 141. Argentina: Marta I. Litter y Antonio Jimenez Gonzáles, 2004.
5. PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Comitê Rio Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/paraiba/2008>>. Acesso em: jul. 2008.
6. VON SPERLING, E. Morfologia de lagos e represas. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal de Minas Gerais, 1999, 138p.
7. WHITELAND, G. C.; CODD, G. A. "Damaging Effects of Light on Microorganisms", In: HERBERT, R. A.; CODD, G. A. Microbes in Extreme Environments. Academic Press, 1986.