

# Caracterização dos parâmetros físico-químicos do açude Pereira de Miranda – Pentecoste/CE<sup>1</sup>

## Physical-chemicals parameters characterization of the Pereira de Miranda dam – Pentecoste/CE

Alda Lúcia de Lima Amancio<sup>2</sup>, Wladimir Ronald Lobo Farias<sup>3</sup>, Alexandre Rodrigues da Silva Neto<sup>4</sup> e Alexandra Silva Lopes<sup>5</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar diversas características físico-químicas do açude Pereira de Miranda, localizado em Pentecoste, no Estado do Ceará. As análises de tais características são importantes para o monitoramento da qualidade da água do referido açude. Foram realizadas, mensalmente, análises limnológicas in locu ou em amostras coletadas na superfície e a 2 m de profundidade, durante o período de março a dezembro de 2002. Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos mostraram que as zonas de influência dos rios foram as mais afetadas pelo carreamento de substâncias alóctones na estação chuvosa, especialmente as do rio Canindé. O aumento do volume d'água do açude promoveu redução da temperatura da água, aumento da transparência e diminuição dos valores de DQO e condutividade elétrica. Na maior parte do período de amostragem não houve diferença expressiva entre os parâmetros determinados na superfície e a 2 m de profundidade. De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que as características físico-químicas do açude estudado se mantiveram dentro dos padrões típicos para açudes da região Nordeste e do nível tolerado pelos organismos aquáticos.

**Termos para indexação:** Variação estacional, parâmetros físico-químicos, reservatório, Ceará.

### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate diverse physical-chemicals characteristics of the Pereira de Miranda dam, located in Pentecoste, at Ceará State. The analyses of such characteristics are important for the water quality control of this dam. Limnologic analyses were performed in locu or in water samples collected at the surface and 2m depth, every month from March to December of 2002. Analyses of the physical-chemicals parameters had shown that the river's influence zones were mostly affected by substances dragged during the rainy season, especially in the case of Canindé River. Dam water volume increasing had various consequences, such as, water temperature decreasing, transparency increasing and reduction of COD and electric conductivity values. Along the sampling period there was not expressive difference among the parameters determined at the surface and at 2m depth. The results suggest that water physical-chemicals characteristics of the studied dam kept inside of typical standards for dams from Northeast region and the tolerated level for the aquatic organisms.

**Index terms:** Season variation, physical-chemicals parameters, reservoir, Ceará.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 05/02/2004. Aprovado em 14/07/2004.

Parte da dissertação de Mestrado, da primeira autora, apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia de Pesca da UFC, com concessão de bolsa pela Funcap e apoio logístico do DNOCS.

<sup>2</sup> Zootecnista, M.Sc., Fortaleza, CE. E-mail: aldafish@yahoo.com

<sup>3</sup> Eng. de Pesca, D.Sc., Professor do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC. E-mail: wladimir@ufc.br

<sup>4</sup> Biólogo, Pesquisador do Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho Von Ilhering – DNOCS, Pentecoste/CE. Fone: (0xx85) 352-1235

<sup>5</sup> Eng. de Pesca, Fortaleza, CE. E-mail: alesilvalopes@hotmail.com

## Introdução

Os grandes lagos artificiais são de fundamental importância sócio-econômica na região Nordeste, por contribuir para a perenização da rede fluvial e por ser fonte de produção de pescado (Gurgel, 2001). E ainda, segundo Gurgel e Fernando (1999), considerando o regime hidrológico dos rios da bacia do Nordeste, os efeitos da açudagem têm sido somente positivos, não só sob o ponto de vista social, econômico e ecológico, como também biológico e isto se deve à qualidade de suas águas, face principalmente à natureza do solo e ao clima da região.

A qualidade das águas dos açudes está, quantitativa e qualitativamente, condicionada a fatores hidrometeorológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, que influenciam diretamente a produtividade pesqueira dos mesmos. Desta forma, torna-se necessário caracterizá-las sob o ponto de vista limnológico, para uma melhor exploração pela pesca (Gurgel, 2001).

Ainda com relação à qualidade das águas, têm-se observado drásticas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, decorrentes do desenvolvimento urbano e industrial (Esteves, 1998).

O açude Pereira de Miranda, localizado nas proximidades da cidade de Pentecoste/CE, possui uma área inundável de aproximadamente 5.486 ha, capacidade para armazenar 395.638.000 m<sup>3</sup> (Araújo, 1990; Guerra, 1990) e profundidade média de 7,2 m (Gurgel e Fernando, 1999). Sua bacia hidrográfica cobre uma área de 2.840 Km<sup>2</sup> (Araújo, 1990). A barragem, construída pelo DNOCS entre os anos de 1950 e 1957, está localizada a pouca distância abaixo da confluência das correntes dos rios Canindé e Capitão Mor (Oliveira, 1977). Em termos de produção de pescado, o açude Pereira de Miranda é o mais importante reservatório do sistema fluvial Curu, Ceará (Fonteles-Filho e Alves, 1995).

Em virtude da importância econômica do açude Pereira de Miranda para a população local, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diversas características físico-químicas do citado reservatório, importantes para o monitoramento da qualidade de água do mesmo.

## Material e Métodos

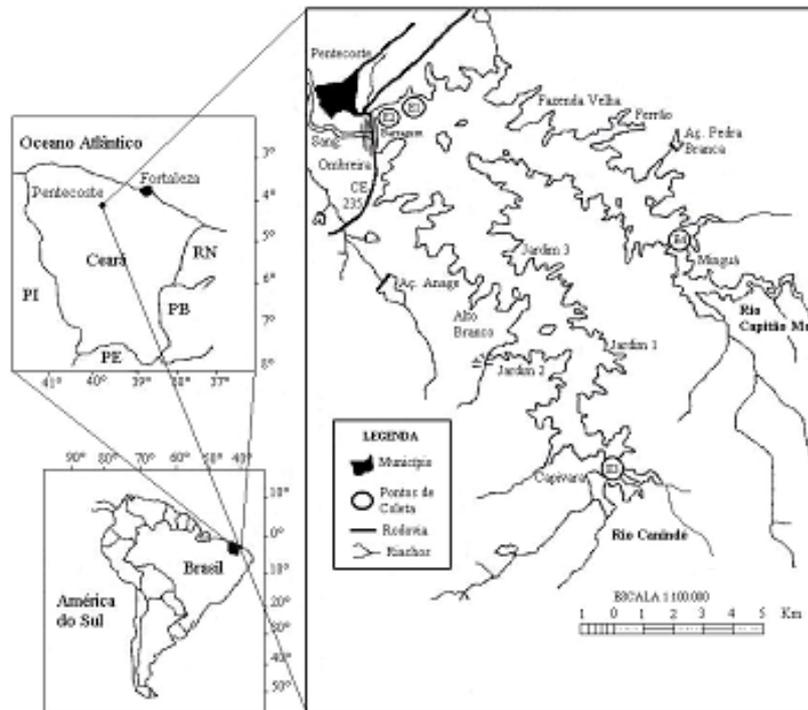
As análises limnológicas foram realizadas, mensalmente, in locu ou em amostras coletadas na superfície e a 2 m de profundidade, durante o período de março a dezembro de 2002. As amostragens foram feitas em quatro estações (Figura 1), sendo a primeira (E1) localizada nas proximidades de algumas residências situadas a margem do açude, a segunda (E2) próxima à barragem e as demais ficaram nas desembocaduras dos rios Canindé (E3) e Capitão Mor (E4).

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram os seguintes:

- a) Temperatura da água (°C), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e salinidade (‰) – estes parâmetros foram determinados no próprio local por meio de leitura direta, com auxílio de uma sonda eletrônica, modelo YSI Yellow Spring, Ohio 45387 USA;
- b) Transparência (cm) – determinada com auxílio de um disco de Secchi;
- c) pH – determinado com um medidor de pH digital portátil, por meio de leitura direta no próprio local;
- d) Alcalinidade total ( $\text{mg CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ) – determinada em laboratório, pelo método de titulação com ácido sulfúrico 0,02 N, usando como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila;
- e) Demanda química de oxigênio ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) – determinada em laboratório, com o permanganato de potássio, em meio alcalino e à temperatura ambiente, durante 24 horas (A.P.H.A., 1985);
- f) Dióxido de carbono livre ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) – determinado em laboratório, pelo método de titulação com carbonato de sódio 0,045 N e utilizando como indicador a fenolftaleína;

Os dados referentes ao volume d'água do açude Pereira de Miranda foram obtidos na Estação Meteorológica do Açude Público, a qual é gerenciada pelo DNOCS e localizada na cidade de Pentecoste/CE.

Os parâmetros monitorados foram submetidos à análise de correlação de Pearson, com nível de significância de 1 e 5%.



**Figura 1** - Localização do açude Pereira de Miranda (Fonte: Ceará, 1994) com as estações de coleta (E1 - estação 1; E2 - estação 2; E3 - estação 3 e E4 - estação 4).

## Resultados e Discussão

### a) Temperatura da água

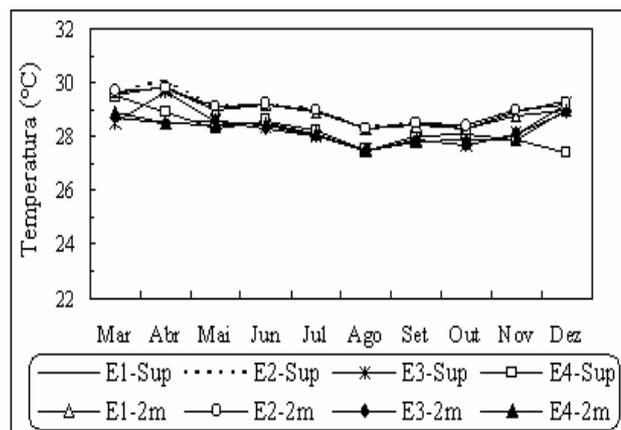
No período chuvoso a temperatura da água variou de 28,9 a 29,9°C na estação E1, 29 a 30,1°C na estação E2, 28 a 29,7°C na estação E3 e 28,1 a 29,5°C na estação E4. Já no período de estiagem a temperatura variou de 28,3 a 29,3°C na estação E1, 28,3 a 29,2°C na estação E2, 27,5 a 29,2°C na estação E3 e 27,5 a 29,4°C na estação E4, tanto na superfície como na profundidade de 2 m (Figura 2).

Na maior parte do período de amostragem, a temperatura da água nas estações E1 e E2 apresentou-se um pouco mais elevada do que nas estações E3 e E4. Margalef (1983) comenta que quanto maior o tempo de residência da água no reservatório, maior será a diferença entre as temperaturas da zona lacustre e dos tributários.

Com relação à temperatura determinada nas duas profundidades, observou-se que apenas na estação E3 no mês de abril, houve uma diferença expressiva entre a temperatura registrada na superfície (29,7°C) e na profundidade de 2 m (28,5°C). Este fato deveu-se, possivelmente, à baixa transparência da água (15 cm) verificada na referida esta-

ção, a qual atenuou a radiação subaquática ocasionando uma redução na temperatura da água.

Com exceção do caso citado acima, não houve diferença acentuada entre a temperatura determinada na superfície e a 2 m, reforçando os dados de Gurgel e Fernando (1999). Os referidos autores verificaram que no açude Pereira de Miranda a água circula da superfície ao fundo durante todo o ano, nunca se observando qualquer momento de estratificação térmica.



**Figura 2** - Variação mensal da temperatura, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

A relação inversa ( $\alpha = 0,05$ ) entre a temperatura e o volume d'água do açude ( $m^3$ ) registrada nas estações E1 (Superfície:  $r = -0,671$ ; 2 m:  $r = -0,720$ ), E2 (Superfície:  $r = -0,695$ ; 2 m:  $r = -0,711$ ) e E4 (Superfície:  $r = -0,695$ ) deve-se, provavelmente, a entrada de águas mais frias vindas dos tributários e também às variações climáticas da região já que a elevação do nível de água coincidiu com o início da estação chuvosa, quando geralmente ocorrem temperaturas um pouco mais baixas.

Os valores de temperatura foram diretamente proporcionais às concentrações de demanda química de oxigênio nas estações E1 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,756$ ; 2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,776$ ), E2 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,763$ ; 2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,789$ ) e E3 (Superfície:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,777$ ; 2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,706$ ).

Segundo Margalef (1991), Sipaúba-Tavares (1994) e Esteves (1998) o aumento da matéria orgânica coloidal ou dissolvida e a maior presença de plâncton, torna o ambiente turbido e proporciona, conseqüentemente, a elevação da temperatura, uma vez que ocorre maior absorção de calor pelo material particulado.

## b) Transparência

No período de abril a junho houve um aumento considerável no volume d'água do reservatório, gerando como conseqüência a elevação da transparência da água nas estações E3 ( $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,842$ ) e E4 ( $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,655$ ) (Figura 3).

Todavia, no mês de abril, apesar do aumento do volume d'água, a transparência em ambas as estações apresentou-se mais baixa que no mês anterior. Tal redução deveu-se, provavelmente, à entrada de grandes volumes de água mais turva, ou seja, com alta concentração de partículas orgânicas e inorgânicas em suspensão carregadas pelas águas da chuva, as quais, segundo Tundisi et al. (1993), aumentam a atenuação da luz. Esta reduzida transparência manteve-se por pouco tempo, evidenciando a alta taxa de sedimentação do material em suspensão o que promoveu a conseqüente elevação da transparência no mês de maio.

As águas localizadas nas desembocaduras dos rios apresentaram transparência mais baixa (15 a 80 cm) que as águas da zona lacustre (60 a 115 cm). Fato semelhante foi observado por Holanda (1995) neste mesmo reservatório, Henry et al. (1998) na represa Jurumirim (SP) e Espíndola et al. (2000) no reservatório Tucuruí (PA), sendo atribuído à introdução de car-

gas de sedimentos nos locais próximos ao encontro dos tributários com o reservatório, as quais reduzem significativamente a penetração de luz na água.

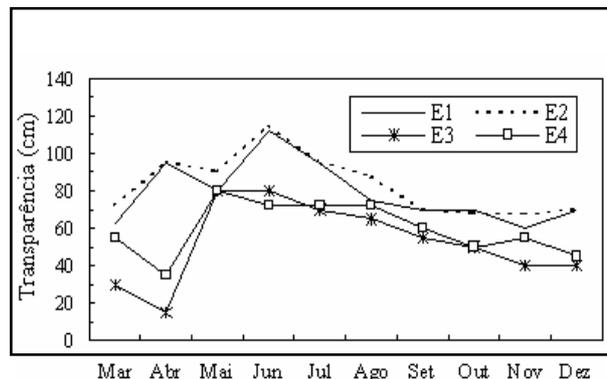


Figura 3 - Variação mensal da transparência da água, por estação de coleta, observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

## c) Alcalinidade total

O valor mais baixo de alcalinidade total foi  $34 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  no mês de abril, e o mais elevado  $88 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  no mês de outubro, ambos determinados na zona de influência dos rios (Figura 4). Isto evidencia que as estações próximas às desembocaduras dos tributários foram as que apresentaram maior variação.

Apesar dos dados de alcalinidade não terem apresentado correlação significativa com o volume d'água do açude, houve uma ligeira diminuição no período de abril a maio em todas as estações e em ambas as profundidades, sendo esse fato provavelmente associado à pluviometria, já que nesse período houve também uma elevação no volume d'água do açude.

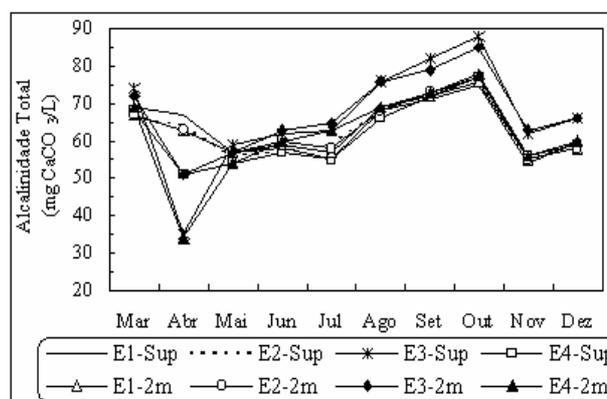


Figura 4 - Variação mensal da alcalinidade total, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

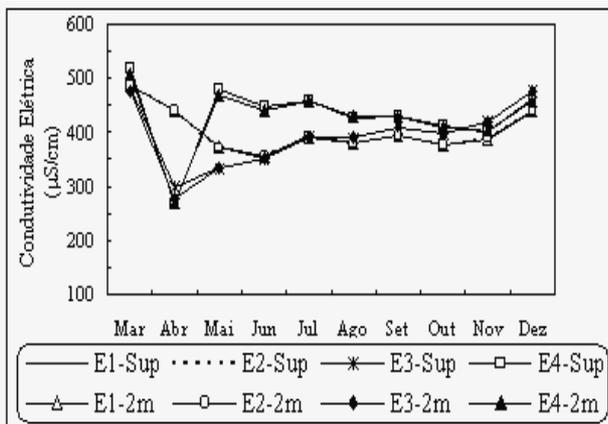
#### d) Condutividade elétrica

O menor valor de condutividade elétrica foi de  $268,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no mês de abril, e o máximo de  $518 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no mês de março, ressaltando-se que os valores apresentaram maior oscilação nas estações localizadas nas desembocaduras dos rios (Figura 5).

Na estação chuvosa o volume d'água do reservatório aumentou consideravelmente e promoveu uma diminuição na concentração de substâncias dissolvidas na água, com a conseqüente redução da condutividade elétrica ( $\alpha = 0,01$ ) nas estações E1 (Superfície:  $r = -0,912$ ; 2 m:  $r = -0,910$ ) e E2 (Superfície:  $r = -0,915$ ; 2 m:  $r = -0,909$ ). Fato semelhante foi verificado por Silva e Watanabe (2000) no açude Taperoá II (PB), Pereira et al. (1999) em tanques de cultivo e Amancio (2000) em um açude localizado no agreste paraibano.

As estações E3 e E4 não apresentaram correlação significativa com o volume d'água do reservatório, indicando que essas estações são mais influenciadas pelas características geoquímicas dos tributários do que pelo volume d'água do reservatório.

A correlação entre condutividade elétrica e alcalinidade total observada na estação E4 (2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,641$ ), provavelmente deveu-se à presença de íons carbonato e bicarbonato, já que esses íons, segundo Esteves (1998), também são responsáveis pelos valores de condutividade elétrica.



**Figura 5** - Variação mensal da condutividade elétrica, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

Além disso, foi também verificada uma correlação positiva entre condutividade e salinidade nas estações E3 (2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,664$ ) e E4 (Superfície:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,859$ ; 2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,875$ ), confirmando os relatos de Sipaúba-Tavares (1994). Essa autora comenta que a condutividade possui grande relação com as concentrações dos principais íons determinantes da salinidade como cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

e) Salinidade

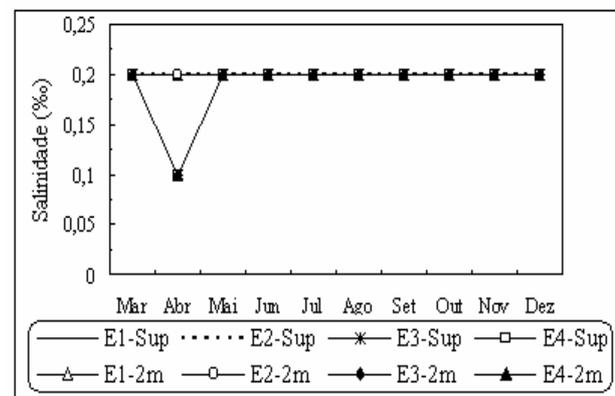
#### e) Salinidade

A salinidade permaneceu constante ( $0,2\text{‰}$ ) durante praticamente todo o período de amostragem em todas as estações. Apenas nas estações E3 e E4, no mês de abril, ocorreu redução da salinidade para  $0,1\text{‰}$  em ambas profundidades analisadas, mas no mês de maio este parâmetro elevou-se novamente para  $0,2 \text{‰}$  (Figura 6).

De acordo com a classificação "The Venice System" apud Esteves (1998) e Sipaúba-Tavares (1994), as águas do açude Pereira de Miranda são classificadas quanto à salinidade em águas doces.

Nas estações E3 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,756$ ) e E4 (2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,787$ ) os teores de salinidade foram diretamente proporcionais às concentrações de alcalinidade total.

Segundo Esteves (1998) os principais íons responsáveis pela salinidade das águas interiores sem influência marinha são nitratos, sulfatos, bicarbonatos, cloretos, potássio e sódio. Logo, com base nessa citação, pode-se inferir que a salinidade do açude Pereira de Miranda está associada às concentrações de bicarbonatos, já que a alcalinidade da água apresentou maior quantidade desse íon.



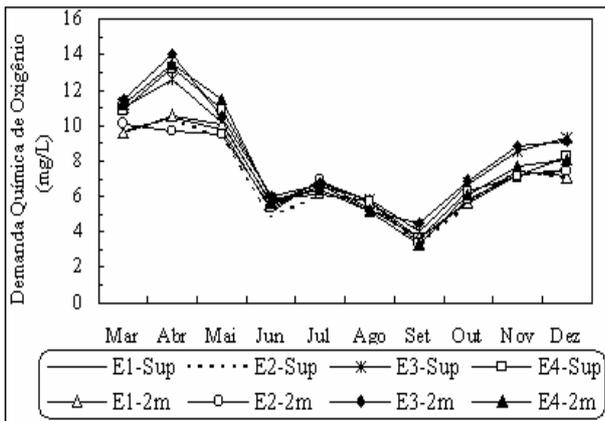
**Figura 6** - Variação mensal da salinidade, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

## f) Demanda química de oxigênio – DQO

O valor mínimo de demanda química de oxigênio foi 3,3 mg.L<sup>-1</sup> no mês de setembro, e o máximo de 14,05 mg.L<sup>-1</sup> no mês de abril (Figura 7). Esses valores demonstram que as águas do açude Pereira de Miranda apresentaram um nível de matéria orgânica dissolvida relativamente baixo, principalmente na estação chuvosa, e estão dentro dos níveis adequados para ambientes aquáticos.

A DQO apresentou-se um pouco mais elevada nas estações E3 e E4 no mês de abril, quando também foi verificada a entrada de grandes volumes de águas turvas nos tributários.

Os valores de DQO diminuíram com o aumento do volume d'água do reservatório nas estações E1 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,682$ ; 2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,657$ ), E2 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,732$ ; 2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,734$ ), E3 (Superfície:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = -0,771$ ; 2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = -0,788$ ) e E4 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,733$ ; 2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = -0,716$ ). Essa redução da matéria orgânica, segundo Esteves (1998), é atribuída à sedimentação e/ou precipitação ou decomposição da mesma.



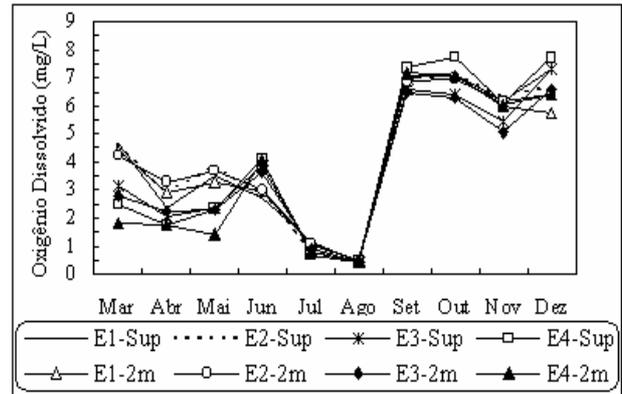
**Figura 7** - Variação mensal da demanda química de oxigênio (DQO), por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

## g) Oxigênio dissolvido

As concentrações mais baixas de oxigênio dissolvido ocorreram nos meses de março (1,83 a 4,66 mg.L<sup>-1</sup>), abril (1,78 a 3,3 mg.L<sup>-1</sup>), maio (1,43 a 3,7 mg.L<sup>-1</sup>), junho (2,76 a 4,08 mg.L<sup>-1</sup>), julho (0,70 a 1,15 mg.L<sup>-1</sup>) e agosto (0,44 a 0,50 mg.L<sup>-1</sup>), em todas as estações de coleta (Figura 8).

As amostragens referentes ao período de março a agosto foram feitas em dias de céu nublado com

pouca incidência de luz solar e, especificamente, no mês de agosto verificou-se também que as águas do açude apresentavam-se muito turbulentas, em virtude dos fortes ventos registrados na região. Vale ressaltar ainda, que houve um grande aporte de matéria orgânica no início do período chuvoso.



**Figura 8** - Variação mensal do oxigênio dissolvido, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

Sipaúba-Tavares (1994), Furtado (1995), Esteves (1998) e Ramachandra e Ahalya (2002) comentam que a pouca incidência de luz solar promove a redução da taxa fotossintética, contribuindo para a redução da concentração de oxigênio no período de cheia.

A turbulência das águas do açude, promovida pela ação de fortes ventos, pode ter ocasionado uma inversão de camadas que levou aos baixos teores de oxigênio na superfície. Durante o período de estudo no lago Mono localizado na Califórnia, Miller et al. (1993) verificaram que após a inversão de camadas a coluna d'água apresentou-se anóxica por vários meses.

Segundo relatos de Esteves (1998), outro fator que contribui decisivamente para o grau de desoxigenação da água, nos lagos tropicais, é a concentração de matéria orgânica, aliada às altas temperaturas. O efeito da concentração de matéria orgânica sobre a dinâmica de oxigênio em lagos rasos se manifesta, periodicamente, durante os períodos de chuvas ou, eventualmente, por ocasião de fortes ventos e/ou chuvas frias, fortes e duradouras.

No período de setembro a dezembro, os teores de oxigênio dissolvido apresentaram-se mais elevados (5,04 a 7,73 mg.L<sup>-1</sup>) em todas as estações e em ambas as profundidades analisadas.

Os teores de oxigênio dissolvido, determinados na superfície e na profundidade de 2 m, não apresentaram variações extremas durante a maior parte do período de amostragem, em todas as estações de coleta.

#### h) Dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>

O dióxido de carbono apresentou-se um pouco elevado, com concentração mínima de 0,0 mg.L<sup>-1</sup> no mês de dezembro, e máxima de 18 mg.L<sup>-1</sup> no mês de julho (Figura 9).

Os teores de gás carbônico dissolvido na água, na maior parte do período de amostragem, foram mais elevados na profundidade de 2 m, o que segundo Esteves (1998) é atribuído ao empobrecimento de carbono inorgânico na superfície, em consequência da atividade fotossintética, enquanto nas camadas mais profundas o aumento de CO<sub>2</sub> deve-se à decomposição da matéria orgânica e à respiração de organismos.

O comportamento do gás carbônico foi inverso ao do oxigênio dissolvido ( $\alpha = 0,05$ ) nas estações E3 (Superfície:  $r = -0,687$ ) e E4 (Superfície:  $r = -0,653$ ), corroborando os relatos de Margalef (1991), Horne e Goldman (1994), Sipaúba-Tavares (1994) e Esteves (1998).

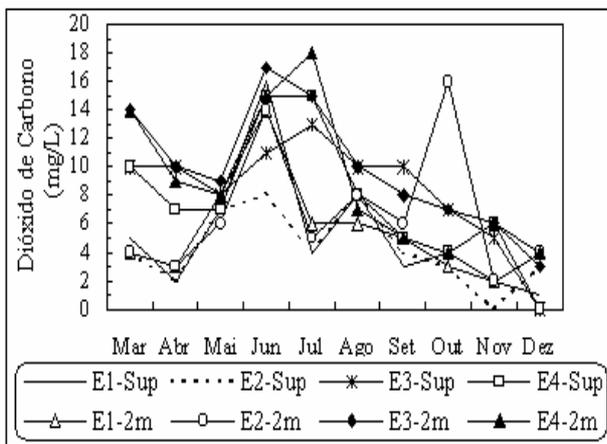


Figura 9 - Variação mensal do dióxido de carbono, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

#### i) pH

O valor mínimo de pH observado no presente estudo foi 7,0 no mês de abril, e o máximo 8,6 no mês de dezembro (Figura 10), sendo próximos aos

observados por Silva (1995) no mesmo açude e por Gurgel (2001) nas bacias hidrográficas do estado do Ceará.

O pH determinado na superfície e a 2 m de profundidade não mostrou nenhuma diferença expressiva. O pH apresentou valores diretamente proporcionais às concentrações de oxigênio dissolvido nas estações E3 (Superfície:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,716$ ; 2 m:  $\alpha = 0,05$ ,  $r = 0,690$ ) e E4 (Superfície:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,830$ ; 2 m:  $\alpha = 0,01$ ,  $r = 0,802$ ). Esse fato certamente está associado ao processo fotossintético, o qual produz oxigênio para o meio aquático e consome o CO<sub>2</sub> que é um dos fatores responsáveis pela redução do pH.

Verificou-se também uma relação inversa ( $\alpha = 0,01$ ) entre pH e dióxido de carbono nas estações E1 (Superfície:  $r = -0,881$ ; 2 m:  $r = -0,842$ ), E2 (Superfície:  $r = -0,911$ ) e E3 (Superfície:  $r = -0,777$ ).

De acordo com Horne e Goldman (1994), Sipaúba-Tavares (1994) e Esteves (1998) quando o CO<sub>2</sub> se difunde no meio aquoso, parte se combina com a água, formando o ácido carbônico. Este ácido é um ácido fraco, que logo após sua formação sofre uma dissociação, formando íons de hidrogênio, os quais geram valores baixos de pH.

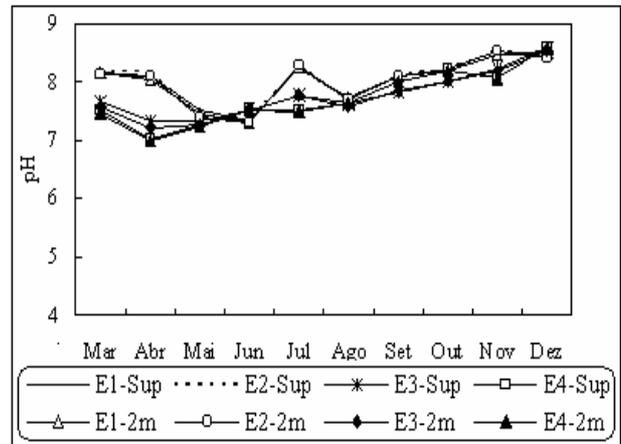


Figura 10 - Variação mensal do pH, por estação de coleta (Sup = superfície; 2 m = profundidade), observada no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE no período de março a dezembro de 2002.

## Conclusão

As águas localizadas nas zonas de influência dos principais tributários do açude Pereira de Miranda, foram as mais afetadas pelo carreamento

de substâncias alóctones na estação chuvosa, especialmente as águas do Rio Canindé, que é o segundo maior rio da bacia do Curu e apresenta uma profundidade mais baixa do que o Rio Capitão Mor.

O reservatório apresentou uma transparência muito baixa para esse tipo de ambiente aquático, sendo indicativo de uma elevada concentração de partículas inorgânicas e microorganismos na coluna d'água.

As concentrações de oxigênio dissolvido do açude Pereira de Miranda mantiveram-se adequadas para o desenvolvimento de organismos aquáticos, com exceção dos meses de julho e agosto.

Os parâmetros físico-químicos analisados não foram afetados pelas atividades antrópicas verificadas nas proximidades da estação E1. As alterações ocorridas nestes parâmetros foram mais relacionadas com as variações climáticas e com o volume d'água do açude.

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que as características físico-químicas do açude estudado se mantiveram dentro dos padrões típicos para açudes da região Nordeste e do nível tolerado pelos organismos aquáticos.

## Referências Bibliográficas

AMANCIO, A. L. L. **Efeito da criação de peixes em tanques-rede sobre variáveis físico-químicas da água de um açude.** 2000. 35 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

A.P.H.A. **Standard methods for the examination of water and waste-water.** 16 ed. Washington: A. P. H. A.; A. W. W. A. and W. P. C. F., 1985. 128p.

ARAÚJO, J. A. A. **Barragens no Nordeste do Brasil: experiência do DNOCS em barragens na região semi-árida.** 2.ed. Fortaleza: DNOCS, 1990. 328p.

CEARÁ. **Informações Básicas Municipais – Pentecoste.** Fortaleza: Secretaria de Planejamento e Coordenação – SEPLAN e Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE, 1994. 14p.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A. C.; TUNDISI, J. G. Spatial

heterogeneity of the Tucuruí reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.60, n.2, p.179-194, mai. 2000.

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

FONTELES-FILHO, A. A.; ALVES, A. L. **Produção pesqueira e produtividade biológica em açudes públicos do Nordeste do Brasil.** Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v.22, n.2, p.1-14, jul/dez. 1995.

FURTADO, J. G. R. **Piscicultura: uma alternativa rentável.** Guaíba: Agropecuária, 1995. 180p.

GUERRA, P. B. **Açudes públicos do Nordeste: relação dos reservatórios construídos até 1988.** 3.ed. Fortaleza: DNOCS, 1990. 24p.

GURGEL, J. J. S. **A pesca nos açudes do Estado do Ceará relacionada com alguns fatores limnológicos.** 2001. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

GURGEL, J. J. S.; FERNANDO, C. H. Caracterização limnológica da grande bacia hidrográfica do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11 e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1., Recife. **Anais...** Recife: AEP/PE, FAEP/BR, 1999, v.1, p.424-432.

HENRY, R.; NUNES, M. A.; MITSUKA, P. M.; LIMA, N.; CASANOVA, S. M. C. Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.58, n.4, p.571-590, nov. 1998.

HOLANDA, M. V. S. **Estudos limnológicos do açude Pereira de Miranda no estado do Ceará, Brasil.** Fortaleza: IBAMA/DNOCS/CEPAP/GTZ-GOPA, 1995. 35p.

HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. **Limnology.** 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1994. 576p.

MARGALEF, R. **Ecologia.** Barcelona: Omega, 1991, 951p.

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

MILLER, L. G.; JELLISON, R.; OREMLAND, R. S.; CULBERTSON, C. W. Meromixis in hypersaline Mono Lake, California: 3. Biogeochemical response to stratification and overturn. **Limnology and Oceanography**, Lawrence, v.38, n.5, p.1040-1051, 1993.

OLIVEIRA, F. J. **Aspectos limnológicos do açude “Pereira de Miranda” (Pentecoste, Ceará, Brasil), no período de março a junho de 1977: Estudos Físico-químicos**. 1977. 19 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, J. A.; CARVALHEIRO, J. M. O.; LEITE, R. L.; PAZ, R. J. Considerações sobre algumas variáveis limnológicas em tanques de cultivo do Camurim (*Centropomus parallelus* POYE, 1860) no brejo paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11 e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1., Recife. **Anais...** Recife: AEP/PE, FAEP/BR, 1999, v.1, p.424-432.

RAMACHANDRA, T. V.; AHALYA, N. **Essentials in limnology & geographic information system (GIS): Limnology – physical and chemical factors**. Bangalore: Limgis, 2002. Disponível em: <<http://ces.iisc.ernet.in/energy/monograph1Limage2.html>>.

Acesso em: 22 jan. 2003.

SILVA, J. C. **Contribuição para o estudo físico-químico da água do açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará, Brasil**. 1995. 14 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, W. C.; WATANABE, T. Variação nictemeral das condições físicas e químicas do açude Taperoá II semi árido nordestino. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 8., 2000. João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: UFPB, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2000. p.30.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CALIJURI, M. C. **Limnology and management of reservoir in Brazil**. In: STRASKRABA, M.; TUNISI, J.G.;

DUNCAN, A. **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1993. 291p.