



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**VARIAÇÃO NICTEMERAL E VERTICAL DOS ASPECTOS
LIMNOLÓGICOS DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA,
MUNICÍPIO DE PENTECOSTE - CE.**

RAFAEL REIS ALENCAR OLIVEIRA

**Monografia apresentada ao Departamento
de Engenharia de Pesca do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como parte das exigências para a
obtenção do título de Engenheiro de Pesca.**

**FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL
JULHO/2006**

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Prof. George Sátander Sá Freire, Dr.
Orientador/Presidente**

**Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc
Membro**

**Prof. Títo Monteiro da Cruz Lotufo, D.Sc.
Membro**

Co-Orientador:

Diolande Ferreira Gomes, Dra.

VISTO:

**Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca**

**Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc
Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O51v Oliveira, Rafael Reis Alencar.
Variação nictemeral e vertical dos aspectos limnológicos do açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste - Ce / Rafael Reis Alencar Oliveira. – 2006.
84 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2006.
Orientação: Prof. George Satander Sá Freire.
Coorientação: Prof. Dra. Diolande Ferreira Gomes.

1. Liminologia. 2. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

Aos meus pais e grandes
companheiros, Nick e Kika, dedico.

AGRADECIMENTOS

É com muita satisfação que venho agradecer a Heloisa Cunha de Souza pelas intermináveis horas de paciência, compreensão e apoio diante das dificuldades e ausências ao longo desse trabalho. Agradeço também pelo amor e carinho com que participa de minha vida, sempre disposta a ajudar da melhor forma possível.

Ao Professor Dr. George Satander Sá Freire e Professora Dr^a. Diolande Ferreira Gomes, Departamento de Geologia, agradeço pela oportunidade de realização do trabalho, orientando e disponibilizando o Laboratório de Geoquímica Ambiental.

À Professora Dr^a. Silvana Saker Sampaio, Departamento de Engenharia de Pesca, agradeço pela amizade e colaboração com a realização e interpretação da análise estatística, que de forma gratuita, sempre esteve disposta a ajudar.

Agradeço aos amigos Régis, Idemberg e Rodrigo pela colaboração com árduo trabalho de campo. Obrigado também aos companheiros de laboratório pelas valiosas horas de descontração.

A Patrícia Reis e Ronaldo Gomes obrigado pela confecção do mapa de localização e por compartilhar conhecimentos.

Agradeço às bibliotecárias da FUNCEME, pelos dados meteorológicos de Pentecoste, DNOCS, pelo material de consulta disponibilizado e Margareth Mesquita (Biblioteca de Economia Agrícola), pela ajuda com as referências bibliográficas.

A todos que de alguma forma participaram, colaboraram ou torceram pela realização desse trabalho, o meu imenso agradecimento.

“É a própria batalha da vida que faz de nós quem nós somos”.

Dalai Lama

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	4
2.1. Localização e Acesso.....	4
2.2. Aspectos Sócio-Econômicos.....	5
2.3. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos.....	5
2.4. Clima.....	6
2.5. Fatores Meteorológicos.....	6
2.6. Açude Pereira de Miranda.....	8
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1. Variáveis Físicas.....	16
4.2. Variáveis Químicas.....	17
4.3. Variáveis Biológicas.....	19
4.4. Estatística.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1. Variáveis Físicas.....	22
5.2. Variáveis Químicas.....	27
5.3. Variáveis Biológicas.....	46
6. CONCLUSÃO.....	48
7. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES.....	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÊNDICE.....	56

RESUMO

Diante da dinâmica dos processos bioquímicos e alteração dos padrões de estratificação em reservatórios hídricos tropicais, principalmente em curtos períodos de tempo, realizou-se no açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste, Estado do Ceará, o estudo das variações nictemeral e vertical dos aspectos limnológicos, em 22 de setembro de 2005. A estação de coleta possuía 16,3 metros de profundidade, onde foram medidos, a cada metro, os parâmetros: transparência de Secchi, temperatura, condutividade elétrica (CE), salinidade, oxigênio dissolvido (OD), pH e potencial de eletrodo (Eh), com uma sonda da marca YSI - 556 MPS. Simultaneamente foram coletadas amostras de água a 2, 9 e 16 metros para determinação de turbidez, material em suspensão (M.E.S.), nutrientes, principais íons, carbono orgânico total (C.O.T.) e pigmentos fotossintetizantes. A amostragem foi realizada durante um ciclo nictemeral (24 h), onde as coletas ocorreram em intervalos de duas horas cada. Os dados obtidos foram submetidos a testes paramétricos pelo programa estatístico BIOESTAT, versão 3.0, com a finalidade de verificar diferenças estatisticamente significativas e auxiliar na interpretação dos resultados. O açude Pereira de Miranda apresentou estratificação físico-química e biológica durante toda a campanha realizada, onde o adensamento de C.O.T., com a proximidade do sedimento límnic, elevou as concentração dos nutrientes e a capacidade redutora da água, enriquecendo esta profundidade de compostos como ferro, sulfato e bicarbonatos. A variação também seguiu significativa para o perfil decrescente de temperatura, OD, CE, pH, Eh, cloreto, alcalinidade total, carbonato e íons principais. A concentração de clorofila *a* apresentou maiores valores a 9 m, o contrário da feofitina *a*, que foi na superfície e menor valor a 9 m. A variação nictemeral mostrou significância apenas para os parâmetros pH, OD e Eh, resultado da forte correlação existente, com diferenças significativas principalmente entre o início da manhã e final de tarde. O açude Pereira de Miranda apresentou 0,25 de salinidade e eutrofização de acordo com as variáveis limnológicas estudadas, mas boa adequabilidade aos padrões exigidos para cultivo de peixes em tanques-rede.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de localização da área de estudo, município de Pentecoste, Ceará.....	4
FIGURA 2 – Variação da radiação solar ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{min}$) e da velocidade do vento (m/s) para os dias 22 e 23 de setembro de 2005 no município de Pentecoste – CE.	7
FIGURA 3 – Pluviometria anual para o município de Pentecoste - CE.	7
FIGURA 4 – Perfil batimétrico do açude Pereira de Miranda, com o ponto de amostragem.	12
FIGURA 5 – Sonda multiparamétrica do marca YSI, modelo 556 MPS, equipamento utilizado em campanha.....	14
FIGURA 6 – Garrafa Van Dorn utilizada para coleta de água durante a campanha.....	15
FIGURA 7 – Turbidímetro e espectrofotômetro utilizados nas análises.....	20
FIGURA 8 – Variação nictemeral e vertical das concentrações de material em suspensão (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.	22
FIGURA 9 – Variação nictemeral e vertical da turbidez (NTU) no açude Pereira de Miranda, durante campanha realizada em setembro de 2005.	24
FIGURA 10 – Perfil da coluna d'água contendo as variações nictemeral e vertical da temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) para o açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	26
FIGURA 11 – Variação nictemeral e vertical para condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.	28
FIGURA 12 – Variação nictemeral e vertical do pH para o açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	30
FIGURA 13 – Variação nictemeral e vertical para o Eh (mV) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.	31

FIGURA 14 – Perfil da variação nictemeral e vertical do oxigênio dissolvido (mg/L) no açude Pereira Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	33
FIGURA 15 – Variação nictemeral e vertical para os compostos nitrogenados (mg/L) para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	35
FIGURA 16 – Variação nictemeral e vertical de fosfato dissolvido e total (mg/L) para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em setembro de 2005.	37
FIGURA 17 – Variação nictemeral e vertical para sílica reativa (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha em setembro de 2005.....	38
FIGURA 18 - Variação vertical e nictemeral de ferro total (mg/L) para o fundo, no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	39
FIGURA 19 - Valores de concentração do cálcio e magnésio para variação nictemeral e vertical na superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	40
FIGURA 20 - Valores de concentração do sódio e potássio para variação nictemeral e vertical na superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	41
FIGURA 21 – Variação nictemeral e vertical para alcalinidade total no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	42
FIGURA 22 – Variação nictemeral e vertical para carbonato e bicarbonato para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	43
FIGURA 23 – Variação nictemeral e vertical de cloreto (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	44

FIGURA 24– Variação nictemeral e vertical para sulfato (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	45
FIGURA 25 – Variação nictemeral e vertical do carbono orgânico total (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.	46
FIGURA 26 – Variação nictemeral e vertical de clorofila a e feofitina a para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.....	47

TÍTULO:**VARIAÇÃO NICTEMERAL E VERTICAL DOS ASPECTOS LIMNOLÓGICOS DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA, MUNICÍPIO DE PENTECOSTE -CE.****RAFAEL REIS ALENCAR OLIVEIRA.****1. INTRODUÇÃO**

Os reservatórios hídricos são ecossistemas artificiais formados em sua grande maioria, e principalmente no Brasil, pelo represamento de rios. Muito embora recebam outras denominações como represa, e mais comumente açude, esses são construídos com as mesmas finalidades. Podendo servir para o abastecimento de água, regularização de cursos d'água, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação, recreação (ESTEVES, 1998) e utilização em empreendimentos aquícolas.

O Brasil reúne condições extremamente favoráveis para a aquíicultura, em especial devido ao seu grande potencial hídrico. São mais de 8.000 km de zona costeira e 5 milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais e artificiais que poderão ser aproveitados na produção de organismos aquáticos (KUBITZA, 2003).

Além do valor sócio-econômico e cultural para as regiões onde são localizados, os açudes servem como fonte de alimento proveniente da pesca. Sua importância é mais acentuada em regiões onde são construídos para minimizar o problema de chuvas escassas e necessidade de água tanto para o consumo humano como para os sistemas de irrigação (COSTA, 2005).

Sendo pelos objetivos os quais esses ambientes se prestam, uma redução na qualidade da água desses ecossistemas e soluções locais sem conhecimento e análise de contexto, certamente potencializariam problemas ambientais, reservando assim vultosos impactos sobre a economia e a sociedade. Além disso, de acordo com GURGEL (2001), as bacias hidrográficas do Ceará vêm apresentando problemas de natureza ecológica,

como erosão do solo, poluição, desmatamento, assoreamento, salinização e outros.

Assim, investigações ecológicas que visem à caracterização e compreensão da dinâmica dos reservatórios superficiais, são de fundamental importância, tanto para o entendimento do metabolismo de ambientes lacustres tropicais como para o estabelecimento de programas de gestão, com fins de conservação e utilização racional desses ambientes (GOMES, 1998).

A partir de estudos limnológicos sistemáticos a respeito das variações dos parâmetros físicos, químicos e biológicos e seu comportamento, tanto no ciclo anual como nictemeral (24 h), será possível propor soluções de gestão tecnicamente adequadas. O desenvolvimento de pesquisas dentro deste âmbito é de suma importância, particularmente para o Estado do Ceará, onde estes são extremamente escassos (GOMES, 1998).

Após intensas pesquisas limnológicas realizadas em diferentes açudes nos estados do Nordeste, Stillman Wright chamou a atenção para os fenômenos de estratificação e desestratificação diária a que se submetem esses ecossistemas aquáticos tropicais (ESTEVES, 1998). Nesses ambientes, as variáveis bióticas e abióticas não sofrem interrupção periódica ao longo do ano, e esses fenômenos são caracteristicamente acelerados, o contrário do que ocorre nas regiões temperadas (ROSAS *et al.*, 1990).

Segundo BARBOSA (1981), as flutuações nictemerais apresentadas pelas variáveis limnológicas assumem papel fundamental na caracterização dos corpos d'água tropicais, isto porque essas variações interferem em processos biológicos e bioquímicos que ali se desenvolvem, geralmente caracterizados por profundas alterações nos padrões de estratificação térmica e química da coluna d'água, nem sempre previsíveis.

De acordo com estudos desenvolvidos nesses ambientes, mais acentuadamente naqueles de pouca profundidade e que abordam as variações espaço-temporais em curtos períodos de tempo, as variações diurnas são tão importantes quanto os ciclos sazonais na regulação e periodicidade das taxas de produção e decomposição do ecossistema, igualmente influenciando nos padrões de heterogeneidade espacial, de forma a promover diferentes flutuações no gradiente de densidade, distribuição dos nutrientes, produção do fitoplâncton e zooplâncton na coluna d'água (RAMIREZ; DÍAZ, 1995).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo o estudo da variação nictemeral e vertical das variáveis físicas, químicas e biológicas, assim como a influência de alguns parâmetros ambientais referentes à dinâmica nas águas do açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste, Estado do Ceará.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização e Acesso

A área em estudo está inserida na mesoregião do Norte cearense e microrregião do Médio Curu, aproximadamente 81,1 km distante da capital Fortaleza - CE (Figura 1). O município de Pentecoste consta nas cartas topográficas São Luis do Curu (AS 24-Y-D-XI), Fortaleza (AS 24-Z-C-IV) e Canindé (SB-Y-B-III), limitando-se com os municípios de Umirim, São Luis do Curu e São Gonçalo do Amarante ao Norte; com Caridade, Paramoti e Apuiáres ao Sul; com Caucaia e Maranguape a Leste e com Itapajé e Tejuçuoca a Oeste (IPLANCE, 2000).

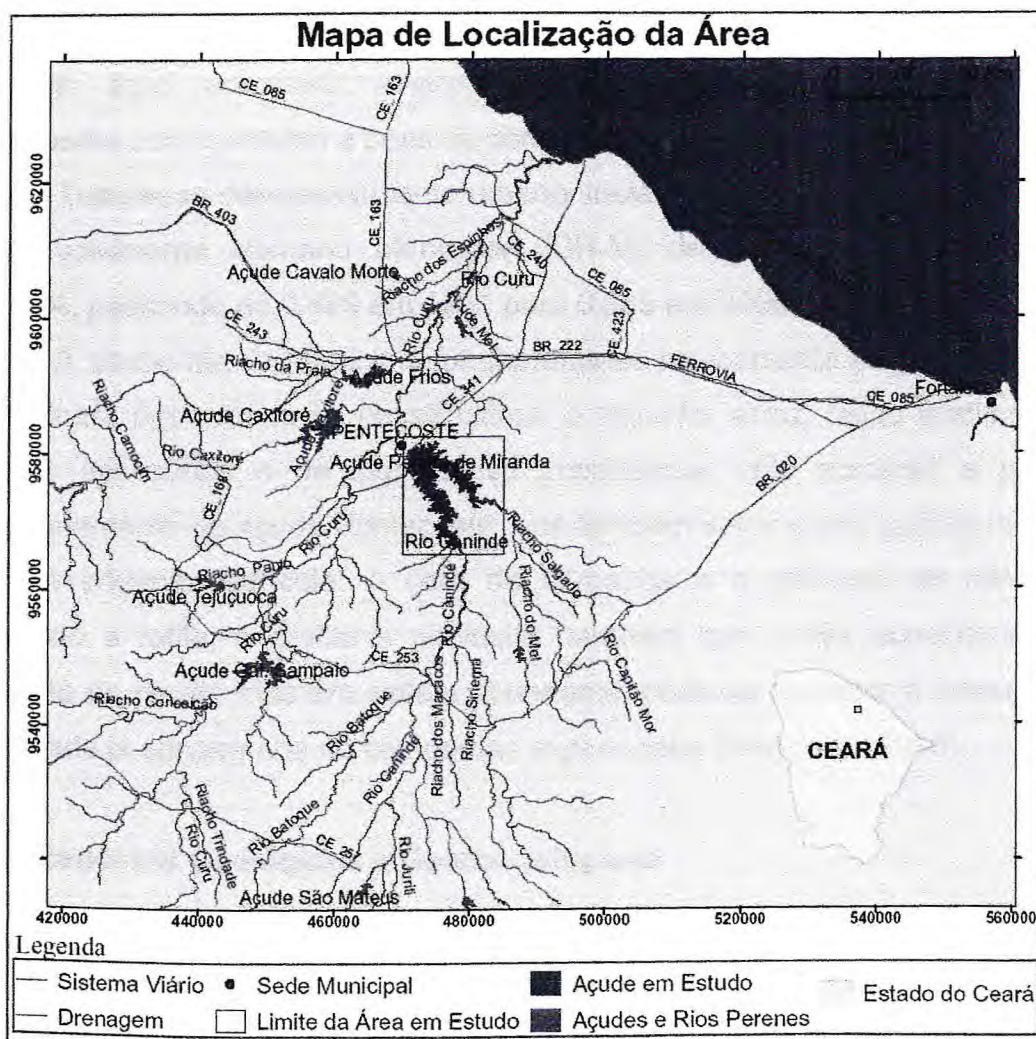


FIGURA 1 – Mapa de localização da área de estudo, município de Pentecoste, Ceará.

Concentrado em uma área de aproximadamente de 1.352 km², Pentecoste tem como principal acesso rodoviário a CE-341, cruzada pela BR-222 na cidade de Croatá (IBGE, 2000).

2.2. Aspectos Sócio-Econômicos

O município de Pentecoste tem 32.600 habitantes, sendo 19.212 habitantes (58,93%) como população urbana e 13.388 habitantes (41,07%) como população rural; em meio a uma densidade demográfica de 24 hab/km² (PENUD, 2006).

No período 1991-2000, a taxa de mortalidade infantil do Município diminuiu 40,01% e a esperança de vida passou de 56,31 anos para 64,54 anos. Seguindo essa tendência de crescimento, a renda per capita atingiu R\$ 85,15 e a média de anos de estudo passou para três anos. O acesso aos serviços básicos: água encanada, energia elétrica e coleta de lixo, cresceram juntamente com o acesso a bens de consumo por domicílios urbanos.

Todo esse desenvolvimento urbano social é demonstrado pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Pentecoste que cresceu 27,25%, passando de 0,499 em 1991 para 0,635 em 2000 (PENUD, 2006).

A economia do Município fundamenta-se basicamente na pecuária e na agricultura, destacando-se nessa última, o algodão, arroz, feijão e milho. Em termos acessórios e de significativa importância, vale acrescentar a pesca, originariamente do açude Pentecoste, que também serve como valioso recurso para a irrigação agrícola. A cera de carnaúba e a extração de minérios, incluindo o rutilo, a grafita e pirolusita, também são fontes subsidiárias de geração de renda, mas em escala abundante, pode-se destacar o artesanato, variedade já consagrada no campo das exportações (ARAGÃO, 1996).

2.3. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

De acordo com o Relatório do IPLANCE (2000), na geologia da área constam como principais unidades estratigráficas rochas do embasamento cristalino referentes aos Períodos Pré-Cambriano Inferior e Médio e Cenozóico

Terciário do Grupo Barreiras. A argila, o calcário e o manganês são os principais recursos minerais da região.

A geomorfologia está representada predominantemente pela Depressão Sertaneja, Tabuleiro Pré-Litorâneo e Planície Fluvial, e como sítios de valor paisagístico importante tem-se o açude Pereira de Miranda, a faixa irrigada e o Vale do Rio Curu.

2.4. Clima

Baseado principalmente na vegetação e levando em consideração o regime das chuvas e a temperatura, KOEPPEN (1948) classificou o clima como sendo do tipo Aw', característico do Polígono das Secas, como savana tropical quente e influenciado por duas estações no ano, chuvosa no verão-outono e seca no inverno e primavera, com ausência de chuvas.

2.5. Fatores Meteorológicos

De forma a caracterizar a área em estudo e enriquecer as discussões dos resultados hidrológicos, fornecendo uma maior compreensão do comportamento dessas variáveis e da dinâmica do ecossistema, os fatores meteorológicos: radiação solar e velocidade dos ventos, (Figura 2), e pluviometria, (Figura 3), que caracterizam o estado da atmosfera, foram obtidos através do monitoramento da Estação Meteorológica de Pentecoste, administrada pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME.

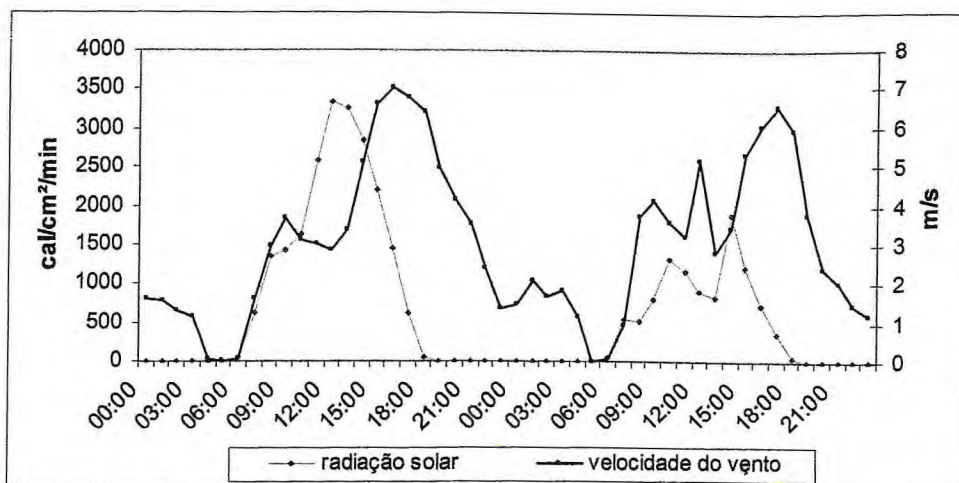


FIGURA 2 – Variação da radiação solar (cal/cm²/min) e da velocidade do vento (m/s) para os dias 22 e 23 de setembro de 2005 no município de Pentecoste – CE.

A velocidade dos ventos manteve-se baixa, com média igual a $3,01 \pm 2,01$ m/s e maiores valores medidos ao final da tarde (18 h), não excedendo 10 m/s. O comportamento da radiação solar correspondeu ao ciclo diário de incidência solar, cujos valores aumentam a partir de 6 h da manhã, alcançando valor máximo às 12 h e mínimo às 18 h.

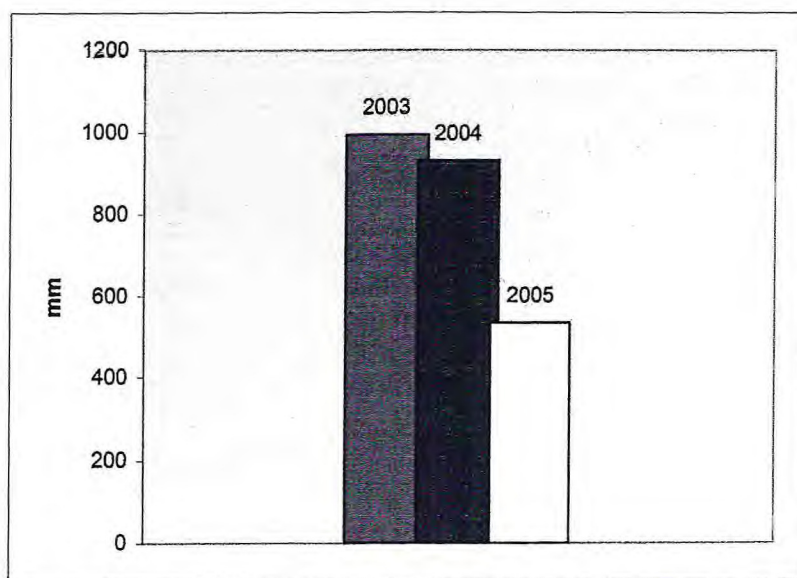


FIGURA 3 – Pluviometria anual para o município de Pentecoste - CE.

A pluviosidade anual demonstrou comportamento decrescente durante o triênio 2003-2005 para o município de Pentecoste, chegando ao menor valor de 553,7 mm durante a estação chuvosa de 2005.

2.6. Açude Pereira de Miranda

De acordo com DNOCS (2006), o açude Pentecoste, batizado como Pereira de Miranda, barra o rio Canindé, sistema do rio Curu, cuja bacia hidrográfica cobre uma área de 2.840 km².

A barragem tem como finalidades o controle das cheias do rio Canindé, a regularização do rio Curu, a irrigação das terras de jusante coadjuvada pelas águas armazenadas no açude General Sampaio, a geração de energia elétrica, a piscicultura e o aproveitamento para culturas nas áreas a montante.

A barragem foi projetada e construída pelo DNOCS, e sua construção ocorreu entre os anos de 1950 e 1957. As características técnicas da barragem estão demonstradas na Tabela 1.

TABELA 1 - Dados técnicos referentes à barragem Pereira de Miranda, Pentecoste, CE.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CAPACIDADE	395.638.000 m ³	VERTEDOURO TIPO Descarga livre LÂMINA MÁX. 2 m LARGURA 200 m REVANCHE 4 m DESCARGA MÁX. 1.134 m ³ /s VOLUME DO CORTE 138.700 m ³
LOCALIZAÇÃO	Pentecoste -CE	
SISTEMA	Curu	
RIO	Canindé	
BACIA HIDROGRÁFICA	2.840 m ²	
BACIA HIDRÁULICA	5.700 hact.	
CHUVA MÉDIA ANUAL	681,9 mm	
DESCARGA MÁXIMA	1.134 m ³ /s	
VOLUME AFLUENTE ANUAL	150.520 m ³	
BARRAGEM PRINCIPAL		
TIPO	Terra homogênea	
ALTURA MÁX., COM FUNDAÇÃO	29,40 m	
LARGURA MÁX. DA BASE	130 m	
COMPR. PELO COROAMENTO	1.274 m	
LARGURA PELO COROAMENTO	6 m	
VOLUME DO MACIÇO	1.100.455 m ³	USINA HIDROELÉTRICA TURBINA 1 TIPO Francis, fabricado pela Voith POTÊNCIA 300 CV GERADOR 260 KVA MARCA Ellin
BARRAGEM AUXILIAR		
ALTURA MÁXIMA	5 m	
COMPRIMENTO	190 m	
VOLUME DO MACIÇO	9.650 m ³	

Fonte: AGUIAR (1978).

O açude Pereira de Miranda, em termos de produção pesqueira, está entre os oito de maior captura por unidade de esforço do Nordeste brasileiro, atingindo em média 423,1 kg/pescador/ano (GURGEL; FERNANDO, 1994).

Dentre as espécies regionais que habitam este açude, o cangati (*Trachycorystes galeatus*) tem expressiva participação na captura e é muito apreciado pelo seu sabor (CHACON, 1975 apud SILVA, 2005), assim como a tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus* (FURTADO-OGAWA.; SOUZA, 1986).

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura traz uma pequena exposição dos principais trabalhos já realizados no açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste, Estado do Ceará.

Os estudos realizados na área até o presente momento concentraram-se nas variações hidrológicas durante as estações chuvosa e seca, não havendo nenhum com abordagem na variação nictemeral desses parâmetros.

SANTIAGO (1984), estudando os mecanismos de salinização em regiões semi-áridas, avaliou o açude Pereira de Miranda através de seus íons maiores e do isótopo estável oxigênio - 18, quanto aos efeitos da evaporação. A autora concluiu que o aumento nas massas de sais das águas do açude ocorre durante o período chuvoso, provenientes do escoamento superficial e sub-superficial, sendo concentradas durante o período de seca. Por fim, recomenda que o processo natural de salinização deve ser contra-balanceado pela retirada intensiva dos sais pela utilização de suas águas, assim como já vem sendo feito.

HOLANDA (1995), estudando o açude a fim de gerar informações sobre o ecossistema, coletou dados limnológicos durante o período de agosto de 1991 a março de 1993. O trabalho mostrou que a temperatura da água exibiu pequenas variações, a concentração de oxigênio dissolvido manteve-se acima dos padrões ótimos para o desenvolvimento da biota aquática e as reservas alcalinas, diante da faixa de variação do pH e elevada condutividade, conferiram estabilidade química à água. O plâncton apresentou-se variado e abundante, com boas produtividades do fito e zooplâncton. Por fim, a autora definiu o açude como um ecossistema não-estratificado, eutrófico e considerado adequado à piscicultura.

Em estudo feito por AMANCIO (2003), durante os períodos de estiagem e de chuvas de 2002, os parâmetros físico-químicos sofreram forte influência pelo regime de chuvas e conseqüente aumento no volume de água do açude, e segundo análise de correlação de Pearson, esta relação é mais forte na desembocadura dos dois principais tributários. Segundo o autor, para os parâmetros avaliados, não houve diferenças expressivas entre a superfície e 2

metros de profundidade e o açude classifica-se como oligotrófico de acordo com os valores de fósforo na época de estiagem, mas como oligo-mesotrófico pela diversidade fitoplanctônica.

COSTA (2005), realizando pesquisa de resíduos de pesticidas nas águas do reservatório devido ao seu uso para o abastecimento humano, avaliou paralelamente algumas variáveis limnológicas. Os períodos estudados corresponderam a março e novembro de 2003 e os pontos amostrados variaram de acordo com o parâmetro, mas de forma a cobrir uma maior área superficial possível e que abrangesse toda a coluna d'água. Ao final do estudo, considerando as características físico-químicas, foi definido que as águas do açude estão em boas condições de uso tanto para o abastecimento humano, quanto para a irrigação e piscicultura.

No trabalho conduzido por MORAES (2005), foram analisadas as características limnológicas, a composição dos sedimentos e a morfologia do açude. O trabalho de campo constou de duas etapas, uma no período chuvoso e uma no período de seca, sendo observado a variação dos parâmetros horizontalmente e na coluna d'água. Os resultados obtidos para a água classificaram o reservatório como eutrófico e que as águas superficiais do reservatório recebem quantidades excessivas de nutrientes pelos vestígios urbanos, industriais e arraste de restos agrícolas. Para os sedimentos foram apresentadas quatro fácies texturais: lama, areia, areia arenosa e cascalho, e de acordo com a morfologia, a bacia hidráulica do açude é alongada e desde sua construção foram assoreados mais de 6 milhões m² de área e quase 135 milhões m³ de volume.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado em duas campanhas em setembro de 2005, abrangendo a estação de estiagem da região. A primeira campanha teve objetivo experimental para reconhecimento da área e definição das diretrizes metodológicas, já a segunda, ocorrida no dia 22 e com duração de 24 h, realizou-se a coleta de amostras e informações necessárias à pesquisa.

Apenas uma Estação de Coleta foi definida para o estudo, devido a fatores econômicos, logísticos e de caráter temporal. A posição geográfica do ponto de amostragem, UTM 9.579.862 24 M 471.231, seguiu orientação do mapa de localização da área e perfil batimétrico do açude (Figura 04), buscando critérios como profundidade da coluna d'água e representatividade do ecossistema.

A estação de coleta adotada possuía 16,3 m de profundidade, valor obtido por aparelho ecossonda, FURUNO – FD1650, onde foram tomadas as medidas “*in situ*” e coletadas as amostras de água.

Durante as campanhas foi utilizada uma embarcação local arrendada, que permaneceu fixa na estação de coleta ao longo da amostragem.

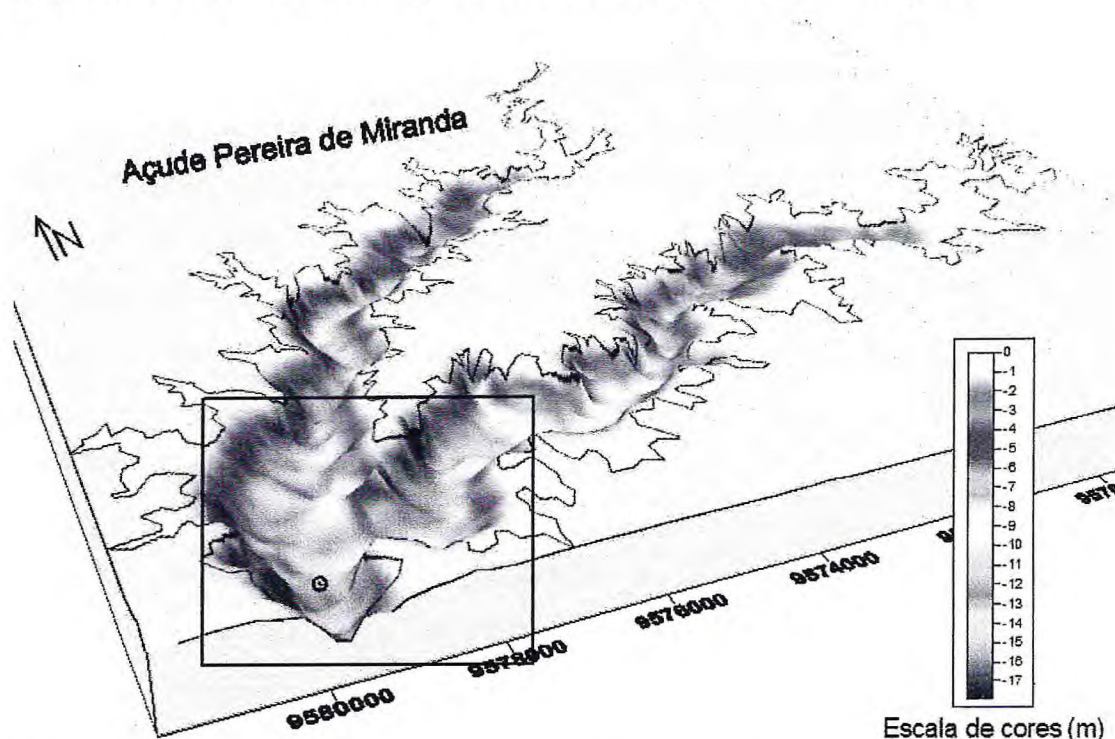


FIGURA 4 – Perfil batimétrico do açude Pereira de Miranda, com o ponto de amostragem.



Detalhe da Figura 4 demonstrando os níveis de coleta das amostras.

Para caracterizar a variação nictemeral, a amostragem foi realizada entre intervalos de duas horas, obtendo informações em toda a coluna d'água com o auxílio de uma sonda multiparamétrica e coletando simultaneamente amostras de água em três níveis de profundidade (superfície, meio e fundo), com a finalidade de caracterizar a variação vertical da coluna d'água.

De forma a padronizar a amostragem, a coleta de água foi acompanhada pelas observações dos parâmetros físico-químicos da água, obtendo treze dados referentes às horas e 39 amostras de água.

O material e os aparelhos utilizados em campo pertenciam ao Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. Para o processamento das análises químicas foram utilizadas a infra-estrutura e aparelhagem do Laboratório de Geoquímica (LGA) do Departamento de Geologia na Universidade Federal do Ceará. Durante esta etapa, todas as vidrarias foram previamente descontaminadas e nas análises e preparo de soluções foram utilizados reagentes P.A. e água deionizada ou destilada.

Medidas "in situ"

Na estação de coleta obteve-se a cada metro informações dos parâmetros físico-químicos: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), salinidade, oxigênio dissolvido (mg/L e %), potencial hidrogeniônico (pH) e potencial de eletrodo (Eh), através de uma sonda multiparamétrica, marca YSI e modelo 556 MPS, (Figura 5).



FIGURA 5 – Sonda multiparamétrica do marca YSI, modelo 556 MPS, equipamento utilizado em campanha.

A transparência da água foi medida ao longo da campanha, sempre que possível e entre os horários das 6 às 16 h. O procedimento de leitura seguiu mergulhando o disco de Secchi do lado da sombra da embarcação através de uma corda graduada. O disco de Secchi possuía 20 cm de diâmetro com quatro quadrantes pintados alternadamente em branco e preto para uma melhor visualização da cor branca na água.

Coleta de Amostras de Água

A coleta das amostras de água ocorreu durante todo o ciclo nictemeral em três níveis de profundidade, determinados de maneira uniforme na coluna d'água: superfície (2 m), meio (9 m) e fundo (16 m).

A água foi coletada por meio de amostrador do tipo Van Dorn com capacidade para 3 L (Figura 6).

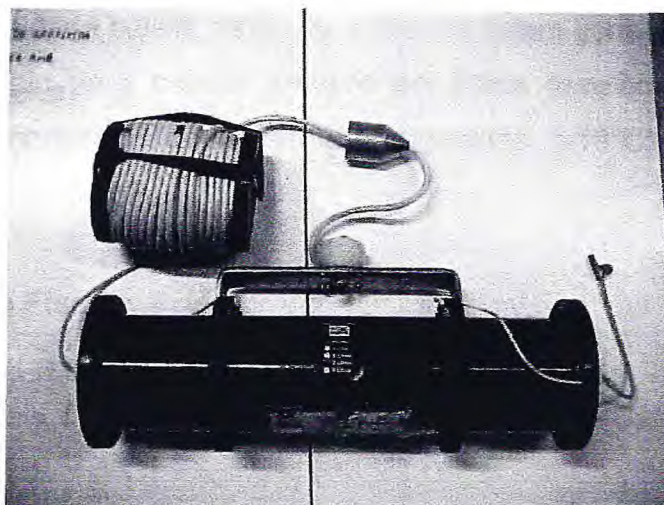


FIGURA 6 – Garrafa Van Dorn utilizada para coleta de água durante a campanha.

As amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas previamente descontaminadas e etiquetadas de acordo com as análises a serem feitas, o horário de coleta e o nível de profundidade.

As garrafas usadas para a armazenagem das amostras com a finalidade de determinação de nutrientes, sulfato (SO_4^{2-}), ferro total (Fe), sódio (Na^+) e potássio (K^+) foram imersas em solução de ácido clorídrico 5% e enxaguadas com água deionizada, enquanto que as garrafas das amostras para as outras análises foram descontaminadas com solução de ácido nítrico 5%, sendo, por fim, rinçadas com água deionizada.

A análise de nitrogênio amoniacal foi iniciada em campo logo após a coleta da amostra para evitar a subestimação das concentrações desse composto. A bordo da embarcação foi retirada uma alíquota de 25 mL da amostra de água e adicionado os reagentes previamente preparados, acondicionando-as, em seguida, em frascos de vidro cor âmbar e fechadas com batoque e tampa. Os frascos das amostras foram armazenados em caixas térmicas, sob refrigeração e ao abrigo da luz. A vidraria e os frascos foram previamente descontaminados com ácido clorídrico 5% e enxaguados por várias vezes com água deionizada.

As garrafas destinadas à clorofila *a* e feofitina *a* foram externamente pintadas de preto para evitar a passagem de luz e conseqüente degradação dos pigmentos fotossintetizantes, e por fim, rinçadas por várias vezes com água destilada.

Logo após cada coleta, todas as amostras foram conservadas em caixas térmicas com gelo para manter sempre em baixa temperatura (4°C) até a chegada no laboratório, onde foram congeladas (-18°C) até posteriores análises.

4.1. Variáveis Físicas

As variáveis físicas consistiram na medida da turbidez e material em suspensão.

A turbidez da água ou a capacidade em dispersar a radiação foi medida em aparelho turbidímetro da Thermo Orion, modelo Aquafast II - AQ2010, e os resultados expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) (Figura 7).

Para a determinação do material em suspensão (M.E.S.) foram coletados 500 mL de água em cada profundidade de coleta. Em laboratório a água foi filtrada em sistema de filtração a vácuo com filtros de fibra de vidro GF-3, com malha de 47 mm até saturação. Cada filtro foi previamente seco em estufa por 2 h em temperatura de 70°C, guardados em dessecador e posteriormente pesados à temperatura ambiente. Após a filtração, os mesmos filtros foram secos e pesados da mesma forma anteriormente citada, e como consta em AMINOT; CHAUSSEPIED (1983). Para o cálculo da concentração de M.E.S. foi utilizada a fórmula:

$$\text{mg de M.E.S./L} = \frac{(A - B)}{\text{volume filtrado (ml)}} * 1000$$

onde:

A → peso do filtro após filtração (mg)

B → peso do filtro antes da filtração (mg)

1000 → fator de conversão para litros.

4.2. Variáveis Químicas

Foram determinados os nutrientes, composição iônica e carbono orgânico total.

As amostras de água destinadas à determinação dos nutrientes: fosfato inorgânico solúvel (PO_4^{3-}), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e sílica reativa (SiO_2), seguiram metodologia descrita em APHA (1992). A determinação do PO_4^{3-} seguiu o método do molibdato de amônio e redução com ácido ascórbico, e para SiO_2 , o método molibdosilicato com oxidação por ácido oxálico. Para determinação de NO_2^- foi utilizado o método α -naftil e para NO_3^- o método da coluna redutora de cádmio, que consiste na redução do nitrato à nitrito, obtendo a partir da subtração inicial pela final de nitrito, a concentração de nitrato.

As análises de nitrogênio amoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) foram efetuadas de acordo com o método proposto por KOROLEFF (1969), descrito por AMINOT; CHAUSSEPIED (1983).

Através da oxidação alcalina com persulfato de sódio foi determinado o nitrogênio total (NOT) e por digestão com persulfato, seguido do método α -naftil, determinou-se o fósforo total, ambos descritos em Grasshoff *et al.* (1983).

Para a análise do ferro total ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) fez-se uso do método ortofenatrolina com redução do ferro a íon ferroso por ebulição em meio ácido (APHA, 1992).

As concentrações de cada amostra foram obtidas por cálculos através de fórmulas extraídas de curvas de calibrações preparadas com concentrações de padrões conhecidos. Cada parâmetro analisado possuía sua curva de calibração, sendo considerada as quais apresentaram elevada correlação (Apêndice A).

Para determinação dos principais íons presentes nas amostras de água coletadas, usaram-se os métodos descritos em APHA (1992).

Os principais cátions quantificados foram o cálcio e o magnésio.

As concentrações de cálcio e magnésio foram obtidas a partir da determinação da dureza total e da dureza do cálcio, utilizando o método

complexiométrico com EDTA, sendo os indicadores negro de eriocromo e murexida, respectivamente. As concentrações das durezas e de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

- Dureza total e do cálcio

$$\text{mg de CaCO}_3 / \text{L} = \frac{A * 0,01 * 100.000}{25 \text{ ml (amostra)}}$$

onde:

A → volume de EDTA utilizado na titulação (ml)
0,01 → molaridade do EDTA

- Teores de Cálcio

$$\text{mg de Ca}^{2+} / \text{L} = B * 0,4$$

onde:

B → mg de CaCO_3 / L (Dureza do cálcio)
0,4 → razão entra a concentração de cálcio e carbonato de cálcio.

- Teores de Magnésio

$$\text{mg de Mg}^{2+} / \text{L} = (C - B) * 0,24$$

onde:

B → mg de CaCO_3 / L (Dureza do cálcio)
C → mg de CaCO_3 / L (Dureza total)

Na determinação de Na^+ e K^+ empregou-se espectrofotometria de chama, sendo os resultados obtidos por curvas de calibração.

Os principais ânions estudados foram cloreto e sulfato.

O método adotado para análise de cloreto (Cl^-) consistiu na precipitação quantitativa do íon cloreto pelo nitrato de prata, na presença de cromato de potássio 5% como indicador. Para alcalinidade total (carbonatos [CO_2^{3-}] e bicarbonatos [HCO_3^-]) adotou-se a titulometria com ácido sulfúrico 0,02N.

A determinação do sulfato (SO_4^{2-}) seguiu o método turbidimétrico pela formação de cristais de sulfato de bário, e as concentrações foram calculadas por curvas de calibração.

O material orgânico dissolvido e particulado ou carbono orgânico total, foi analisado pela metodologia descrita por AMINOT; CHAUSSEPIED (1983), na qual quantifica-se o carbono orgânico total pela oxidação desse material em um volume conhecido de dicromato de potássio em meio a ácido sulfúrico, seguido por uma titulação potenciométrica, com solução de sulfato ferroso.

4.3. Variáveis Biológicas

As variáveis biológicas consistiram na determinação do pigmento fotossintetizante clorofila *a*, levando em consideração a concentração de seu produto de degradação, a feofitina *a* (APHA, 1992). A concentração de clorofila *a* foi utilizada para estimar a biomassa fitoplanctônica e a concentração de feofitina *a* para avaliar o estado fisiológico dessas células fitoplanctônicas.

As amostras destinadas à determinação de clorofila *a*, estimando-se feofitina *a*, tomaram como procedimento para extração dos pigmentos clorofiliantes em acetona 90% e para a quantificação dos feopigmentos a oxidação por ácido clorídrico 0,1N.

Foram filtradas com sistema à vácuo até saturação ou no máximo 500 mL de cada amostra em filtros de microfibras de vidro com porosidade de 0,45 μm ; e a cada filtro foram adicionados 7 mL de acetona 90% seguido de uma maceração. Após 24 h mantidas sob refrigeração e ao abrigo da luz para uma completa extração, as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante extraído para serem efetuadas leituras em espectrofotômetro (SPECTRONIC 20 GENESYS), (Figura 7), em 664 nm e 750 nm.



FIGURA 7 – Turbidímetro e espectrofotômetro utilizados nas análises.

Depois desta etapa, em cada extrato foi adicionado 0,1 mL de ácido clorídrico 0,1N e homogeneizado por 90 segundos, sendo feita uma nova leitura das absorvâncias nos comprimentos de onda 665 nm e 750 nm, para a determinação de feofitina *a*.

Com os valores de extinção da luz, as absorvâncias, em cada comprimento de onda antes e depois da acidificação, as concentrações de clorofila *a* e feofitina *a*, em mg/m³, foram obtidas pelas fórmulas:

$$\text{mg de cl - a/m}^3 = \frac{26,7 * (664a - 665d) * 7}{1 * \text{volume filtrado (m}^3)}$$

$$\text{mg de feo - a/m}^3 = \frac{26,7 * [(1,7 * 665d) - 664a] * 7}{1 * \text{volume filtrado (m}^3)}$$

onde:

- 664a → valor da absorvância a 664nm antes de acidificar,
menos o valor de absorvância a 750nm antes de acidificar.
- 665d → valor da absorvância a 665nm depois de acidificar,
menos o valor de absorvância a 750nm depois de acidificado.
- 26,7 → valor para correção das absorvâncias
- 1,7 → razão entre 664a e 665d de clorofila *a* pura
- 7 → volume de acetona (90%) utilizado (ml)
- 1 → caminho óptico da cubeta utilizada (cm)

4.4. Estatística

Os dados limnológicos foram submetidos a testes paramétricos pelo programa estatístico BIOESTAT, versão 3.0, com a finalidade de verificar diferenças estatisticamente significativas e auxiliar na interpretação dos resultados.

Primeiramente realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) por dois critérios, objetivando identificar através do arranjo dos dados em tratamentos (profundidades) e blocos (horas) diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1 e 5% para as variações nictemeral e vertical.

Para os dados coletados "*in situ*", foram designadas sete profundidades: 2, 4, 6, 8, 9, 11, 13 e 16 m, como tratamentos, devido à limitação do programa utilizado; e para os blocos, foi comparada a média do conjunto de dados de cada horário. Já os dados obtidos por amostragem de água e análise em laboratório, a análise estatística seguiu por compartimento: superfície (2 m), meio (9 m) e fundo (16 m), para os tratamentos, e para os blocos da mesma forma como os dados "*in situ*".

Empregou-se o teste de Tukey para o grupo de dados significativamente diferenciados ($p \leq 0,05$), a fim de comparar as médias duas a duas pela diferença mínima significativa (DMS) e definir quais se diferenciam entre si.

A correlação existente entre as variáveis limnológicas foi testada pelo grau de aderência indicado pelo coeficiente de correlação r de Pearson e determinada sua significância para 1 e 5% (IVO; FONTELES-FILHO, 1997).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variáveis Físicas

Material em Suspensão (M.E.S.)

O material em suspensão pode ser representado por partículas suspensas na água, tendo origem orgânica ou inorgânica. ESTEVES (1998) considera o M.E.S. como o principal responsável pela cor aparente da água.

Em sistemas fechados, como o de um reservatório, o comportamento do material em suspensão apresenta características altamente dinâmicas. Os fatores que determinam esta dinâmica são: o impacto direto e a variabilidade do aporte fluvial; a variabilidade da contribuição alóctone (vegetação marginal); e a ressuspensão de matéria de fundo pela ação dos ventos (KNOPPERRS; MOREIRA, 1990).

As amostras de fundo apresentaram a maior média ($29,79 \pm 31,68$ mg/L), sendo estatisticamente diferente da superfície e meio ($4,52 \pm 3,06$ mg/L).

Embora tenha ocorrido altos teores de M.E.S. nos horários 6 e 10 h, (Figura 8), advenos da coleta de sedimento límnic durante a amostragem, os valores não variaram significativamente entre os horários para este parâmetro ($F=0,90$; $p \geq 0,05$).

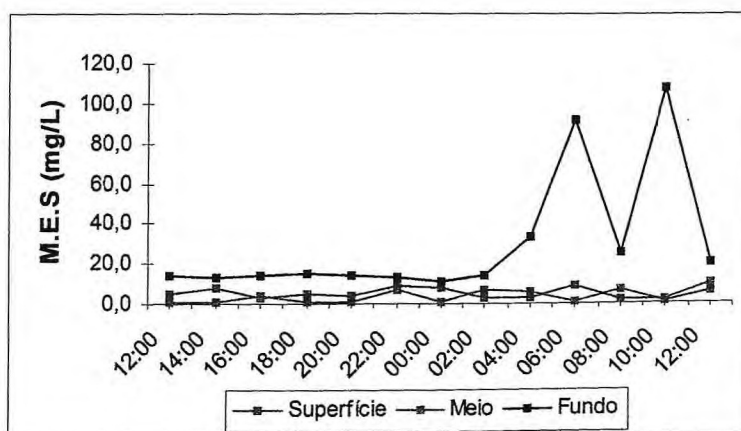


FIGURA 8 – Variação nictemeral e vertical das concentrações de material em suspensão (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

COSTA (2005) verificou que os teores de material em suspensão para o açude Pereira de Miranda também tiveram um incremento em seus valores nas amostras de fundo em relação às de superfície e meia água, tanto no período de estiagem quanto no chuvoso. Entretanto, no período de estiagem as maiores médias foram observadas e iguais a 7,52 mg/L para a superfície, 8,46 mg/L para o meio e 8,94 mg/L para o fundo.

O açude Pereira de Miranda possui dois grandes tributários, rio Canindé e rio Capitão Mohr, que contribuíram para o assoreamento de quase 135 milhões m³ ao longo dos seus 49 anos de história (MORAES, 2005). Portanto, os elevados valores de material em suspensão no fundo podem ter relação direta com o acúmulo desse sedimento límnic nas camadas mais profundas e próximas à barragem devido a sedimentação deste material.

Turbidez

A zona eufótica corresponde a parte iluminada da coluna d'água e sua extensão depende da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. O coeficiente de atenuação vertical da radiação é função de dois processos: a absorção por compostos dissolvidos, organismos fotossintetizantes e até pela molécula d'água; e a dispersão por substâncias dissolvidas e partículas suspensas no meio líquido (ESTEVES, 1998).

Segundo COSTA (2005), dependendo da intensidade dessa atenuação, poderá haver sérios prejuízos na realização da fotossíntese e conseqüente equilíbrio do ecossistema.

A turbidez da água é a medida da dificuldade da luz em atravessar certa amostra de água, ou mesmo, sua capacidade em dispersar a radiação.

A turbidez, assim como o M.E.S., aumentou em direção ao fundo, mas apresentando diferenças estatísticas significativas para as amostras entre os compartimentos ($F=35,98$; $p<0,01$), cujas médias foram: $8,05 \pm 0,56$ NTU para superfície, $10,98 \pm 3,11$ NTU para o meio e $16,48 \pm 2,73$ NTU para o fundo.

Diante da variação nictemeral, as amostras de meia água apresentaram a maior amplitude e igual a 11,7 NTU, enquanto que as de superfície a menor e

igual a 2,0 NTU, (Figura 9), porém tais resultados não favoreceram a uma diferenciação estatística significativa durante o ciclo diário ($F=0,64$; $p>0,05$).

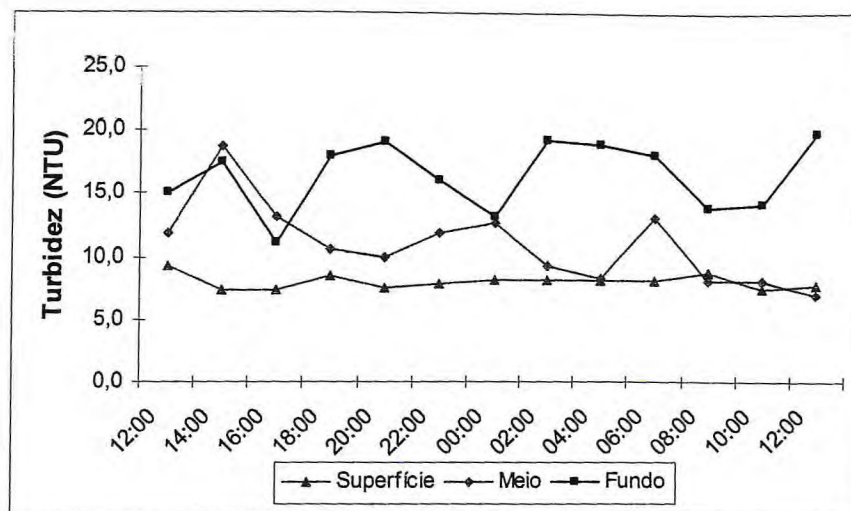


FIGURA 9 – Variação nictemeral e vertical da turbidez (NTU) no açude Pereira de Miranda, durante campanha realizada em setembro de 2005.

Grandes quantidades de partículas inorgânicas em suspensão, além de serem responsáveis por baixas produções biológicas em represas, podem atrapalhar as trocas gasosas dos peixes provocando a doença conhecida como colmatose (GURGEL, 2001). No entanto, os resultados apresentados para turbidez nas amostras de água, mantiveram-se muito abaixo do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (2005), até 100 NTU, e um pouco superior ao estabelecido para potabilidade pelo Ministério da Saúde, (5 NTU).

Transparência da água

A transparência da água é a medida visual da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, na qual a radiação visível (400-740 nm) refletida pelo disco não é mais sensível ao olho humano. É considerada, opticamente, oposta à turbidez, já que a medida da profundidade de Secchi refere-se ao inverso da quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico.

KUBITZA (2003) evidencia que o nível de eutrofização (enriquecimento em nutrientes) da água de açudes utilizados em piscicultura pode ser avaliado

pela transparência da água, visto que a densidade da população fitoplanctônica está diretamente relacionada com a riqueza de nutrientes na água. O autor salienta quanto às altas concentrações de sólidos minerais na água, podendo interferir negativamente nesta avaliação.

Os resultados obtidos para a transparência da água oscilaram entre 40 cm às 16 h e 57 cm às 12 h (dia 22), com média igual a $46,71 \pm 5,41$ cm. AMANCIO (2003), estudando o açude Pereira de Miranda, encontrou medidas variando entre 70 a 120 cm próximos à barragem, valores que apresentaram forte correlação positiva com o volume de água do açude.

De acordo com os valores da transparência da água estipulados por Schmittou e adaptados por ONO; KUBTIZA (2003), o açude Pereira de Miranda encontra-se eutrófico, podendo ser esperada uma produtividade regular de peixes (até 150 kg/m^3) cultivados em tanques-rede.

Temperatura da Água

O efeito do sol como fonte de calor depende do ângulo de incidência da radiação solar na superfície da água, além de a força do vento e a temperatura do ar constituírem fatores susceptíveis de intervenção nas variações da temperatura da água durante o ano.

A água do açude apresentou, durante a campanha realizada, média igual a $27,79 \pm 0,47^\circ\text{C}$, sendo a máxima $28,06 \pm 0,61^\circ\text{C}$ para o horário das 18 h e mínima $27,64 \pm 0,22^\circ\text{C}$ às 8 h.

O comportamento da temperatura da água decrescendo com a profundidade com pequenos valores de desvio padrão mostra que, apesar das diferenças estatisticamente significativas a nível de 1% entre as profundidades, estas ocorrem de maneira muito gradual.

As probabilidades de Tukey confirmam que os valores da superfície se diferenciam dos de fundo, provavelmente ocorrendo nas profundidades 7 e 11 m, podendo haver uma flutuação dessa descontinuidade nas camadas de acordo com o ciclo diário, como mostra o perfil para a coluna d'água (Figura 10) e o grau da maior amplitude ($1,78^\circ\text{C}$) ocorrido às 18 h.

O comportamento da temperatura da água sofre influência da variação diária de radiação solar, mas como a transferência de calor para a massa

d'água ocorre de forma gradual, então os maiores valores (14 h) ocorreram logo após os períodos de maior insolação (12 h). Contudo, essa oscilação diária não mostrou-se significativa para as médias dos horários ($F=3,31$; $p>0,05$).

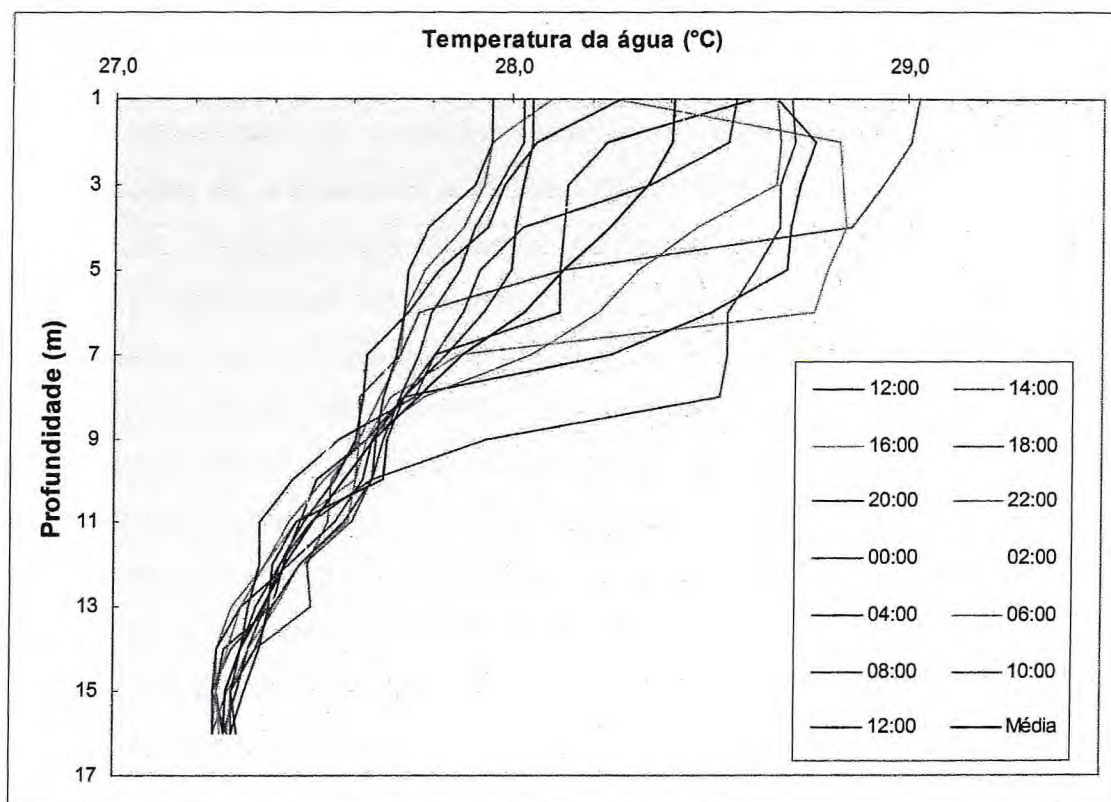


FIGURA 10 – Perfil da coluna d'água contendo as variações nictemeral e vertical da temperatura da água (°C) para o açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Segundo PAYNE (1986), diferenças de apenas $0,5^{\circ}\text{C}$ entre a superfície e a parte inferior da coluna d'água, permitem que um corpo d'água em regiões tropicais apresente estratificação térmica relativamente estável, visto que as altas temperaturas fazem com que essas pequenas diferenças correspondam a grandes diferenças em sua densidade.

Como já esperado, o pH ($r=0,93$; $p<0,01$), condutividade elétrica ($r=0,95$; $p<0,01$) e oxigênio dissolvido ($r=0,90$; $p<0,01$) apresentaram as maiores correlações com a temperatura da água, uma vez que esse parâmetro exerce comprovada influência na cinética dos processos metabólicos oxidativos dos seres vivos, na densidade da água, na saturação dos gases dissolvidos,

principalmente o oxigênio, e nos ciclos biogeoquímicos com repercussão em toda a cadeia alimentar (PARANHOS, 1996).

5.2. Variáveis Químicas

Condutividade elétrica (CE)

A condução de corrente elétrica em meio aquoso é função da concentração de substâncias ionizadas dissolvidas. Fatores como a geologia da área de drenagem dos efluentes, da bacia de acumulação e regime de chuvas podem influenciar na composição iônica das águas naturais e, conseqüentemente, na sua condutividade (ESTEVES, 1998)

A magnitude da concentração de sais dissolvidos na água pode influenciar direta ou indiretamente alguns de seus múltiplos usos, chegando até, em casos extremos, a inviabilizá-los. Águas com alta condutividade elétrica podem indicar a salinização de solos onde se pratica cultura irrigada, reduzir a produtividade em projetos de piscicultura e interferir nos processos industriais, além de causar objeção aos seus consumidores por conferir gosto salgado (COGERH, 2006).

A água do açude Pereira de Miranda exibiu média igual a $549,27 \pm 3,60$ $\mu\text{S/cm}$ durante a campanha realizada, o que equivale a 0,25 de salinidade, e a classifica como doce, segundo classificação definida pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005).

A influência dos fatores ambientais sobre a condutividade elétrica foi menos pronunciada, pois os valores máximo de amplitude (14 $\mu\text{S/cm}$) e desvio padrão ($\pm 5,60$ $\mu\text{S/cm}$) ocorridos nos horários das 14 h e 16 h obtidos em relação à profundidade foram muito pequenos (Figura 11). Contudo, devido à sensibilidade do método eletrométrico e do teste de significância, esta variação apresentou-se significativa ($F=24,26$; $p<0,01$), determinando diferenças entre superfície e fundo a partir dos 6 m, segundo as probabilidades de Tukey, com médias respectivamente iguais a $553,80 \pm 3,40$ e $546,98 \pm 1,29$ $\mu\text{S/cm}$.

A variação nictemeral da CE manteve-se pequena, diminuindo ainda com o aumento da profundidade, ocorrendo a maior amplitude de 10 $\mu\text{S/cm}$ à

profundidade de 4 m, valores cujas diferenças não apresentam significância ($F=2,44$; $p>0,05$).

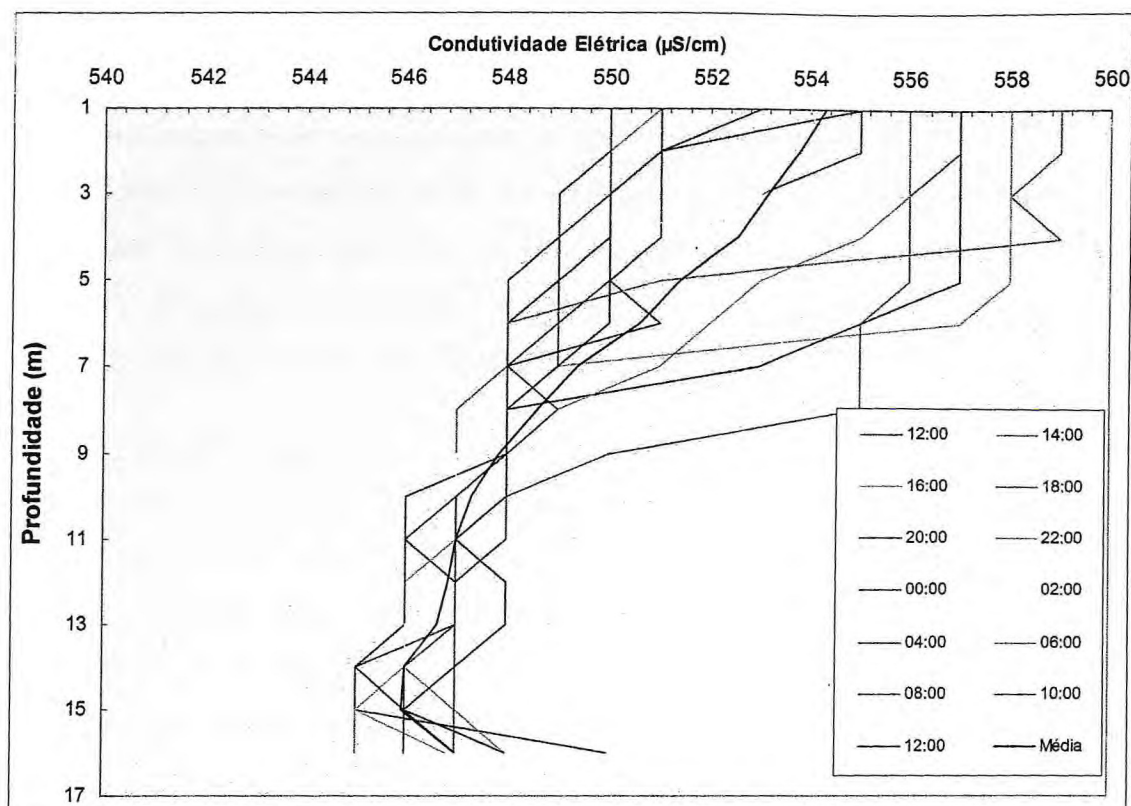


FIGURA 11 – Variação nictemeral e vertical para condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Os valores de condutividade apresentaram forte correlação com o oxigênio dissolvido ($r=0,79$; $p<0,01$), relação apresentada por ESTEVES (1998), onde o autor ressalta que a variação diária da condutividade elétrica pode fornecer informações a respeito de processos ligados a esse gás, como produção primária e decomposição, além de poder ajudar a detectar fontes poluidoras no ecossistema.

Comparando as médias encontradas por COSTA (2005) e MORAES (2005) e as deste trabalho, é possível verificar a influência do regime de chuvas nos reservatórios superficiais sobre a condutividade. As médias pluviométricas para os anos de 2003 e 2004 foram mais elevadas que a de 2005, o que pode ter colaborado para a diluição dos constituintes e diminuído os valores de CE pelo acúmulo de água pluvial no reservatório (Figura 3).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico é utilizado para expressar a intensidade da condição ácida ou alcalina de uma solução. Sua medida representa a concentração do íon hidrogênio ou sua atividade, sendo definida como o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio (H^+).

Essa é considerada uma das variáveis ambientais mais difíceis de se interpretar devido às inúmeras interações que podem influenciá-la, como por exemplo: processos biológicos de respiração e decomposição, fotossíntese realizada por algas e macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1998).

O pH da água do açude manteve-se sempre na faixa alcalina, oscilando entre 7,19 e 9,37, (Figura 12), resultados que estão de acordo com aqueles por HOLANDA (1995) e MORAES (2005). Com base nesses valores, o açude Pereira de Miranda é definido como um ecossistema bastante favorável à piscicultura (KUBTIZA, 2003).

A coluna d'água manteve-se estratificada durante toda a campanha com diferenças significativas ($F=161,82$; $p<0,01$) e valores médios decrescentes com a profundidade. A compartimentação ocorreu provavelmente entre as profundidades 7, 11, 14 e 16 m ($p<0,01$), diferenciando significativamente quatro compartimentos, valores médios respectivamente iguais a $8,78 \pm 0,26$, $8,16 \pm 0,20$, $7,80 \pm 0,08$ e $7,60 \pm 0,16$.

O acúmulo de matéria orgânica sedimentada, fator comum em açudes de grande profundidade, pode induzir à acidificação do meio devido a decomposição e produção de ácidos húmicos (ROLLA *et al.*, 1990).

O ciclo diário manteve-se coerente com o descrito para esse parâmetro por TAVARES (1994), no qual os valores apresentaram maior amplitude (0,29) e significativa diferença ($p<0,01$) entre os períodos da tarde, 14 h ($8,37 \pm 0,61$), e início da manhã: 2 h ($8,19 \pm 0,46$), 6 h ($8,17 \pm 0,40$) e 8 h ($8,18 \pm 0,43$). Esse resultado pode ter relação com a correlação direta apresentada com a temperatura ($r=0,93$; $p<0,01$) e os processos bioquímicos que envolvem o oxigênio dissolvido ($r=0,92$; $p<0,01$).

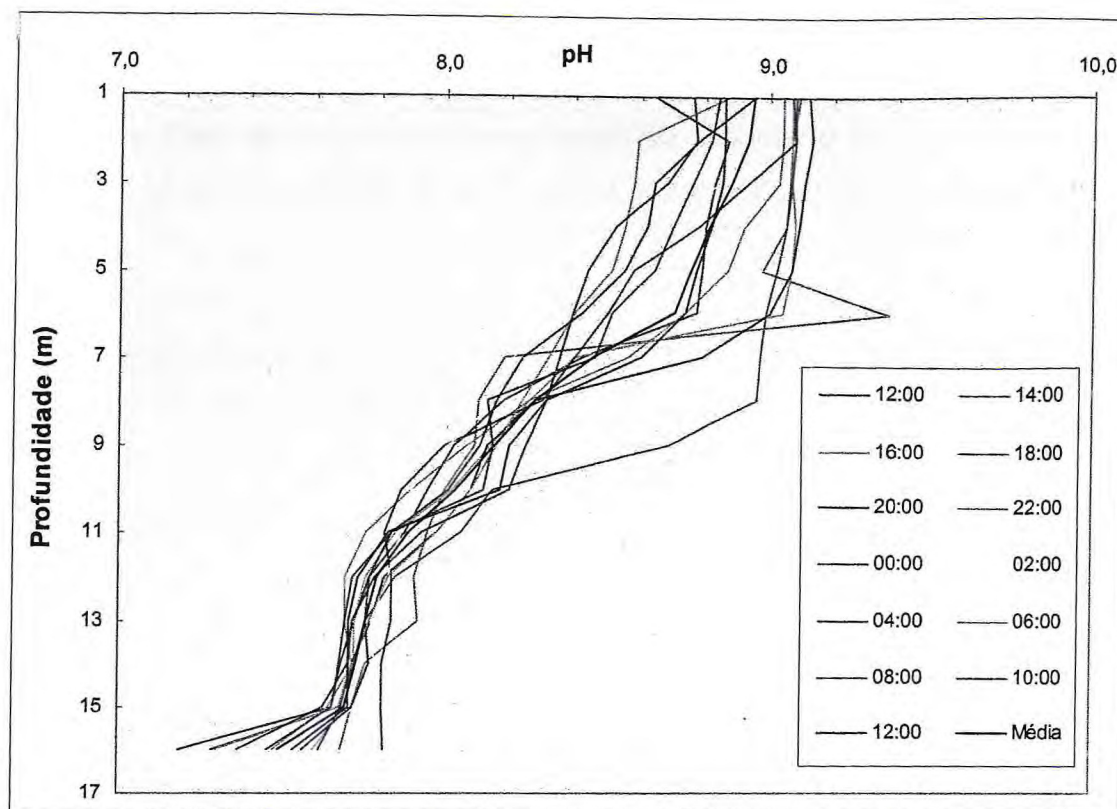


FIGURA 12 – Variação nictemeral e vertical do pH para o açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

BOZELLI *et al.* (1992), pesquisando os padrões de funcionamento limnológico na Lagoa do Meio, no Espírito Santo, atribuíram os altos valores de pH, entre 7,5 e 8,1, ao elevado processo de eutrofização artificial nesse ecossistema.

Potencial de Eletrodo (Eh)

O potencial de eletrodo é uma medida da capacidade do ambiente de fornecer e retirar elétrons de um agente redutor e/ou oxidante, podendo ser um mecanismo controlador do intercâmbio de substâncias na interface água-sedimento (ROLLA *et al.*, 1990).

O valor médio $-88,32 \pm 37,88$ mV demonstra que durante a campanha, mesmo na presença do oxigênio, toda a coluna d'água manteve-se reduzida. O poder redutor foi máximo quando próximo ao sedimento límnico, profundidade de 16 m, (Figura 13), com diferença significativamente demais ($p < 0,01$).

As médias nictemerais apresentaram elevado desvio padrão ($\pm 20,42$ mV), cuja correlação inversa às concentrações de oxigênio dissolvido ($r=0,65$; $p<0,01$) podem ter determinado uma variação nictemeral significativa entre os horários: 12 e 8 h ($p<0,05$); 14 e 18, 20, 22, 4 e 8 h ($p<0,05$); 16 e 8 h ($p<0,01$).

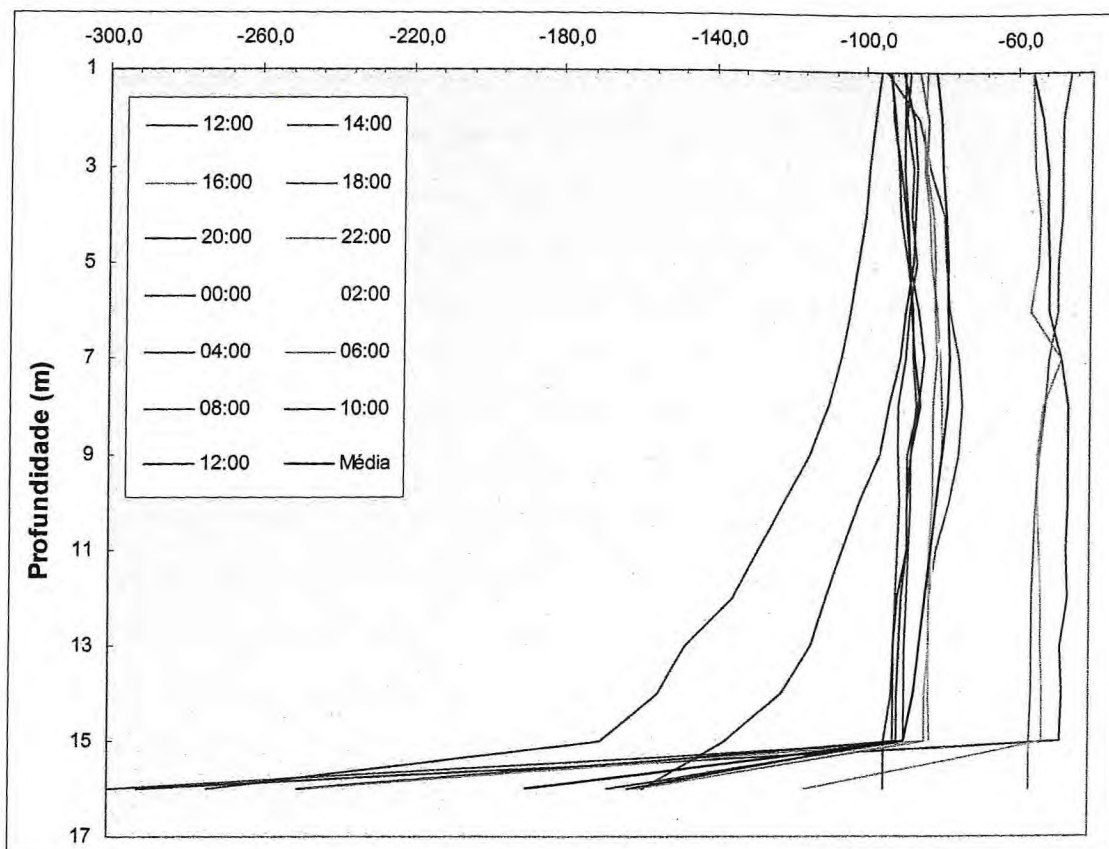


FIGURA 13 – Variação nictemeral e vertical para o Eh (mV) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

JONES (1979) descreveu que à medida que o sedimento torna-se reduzido, observa-se uma migração da camada redutora para a coluna d'água, ocorrendo liberação de espécies químicas reduzidas, particularmente ferro e nitrogênio, principalmente quando o ambiente permanece estratificado por muito tempo.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Dentre as variáveis limnológicas que apresentam maiores variações diárias, destaca-se o oxigênio dissolvido. As oscilações ocorrem devido ao gás estar diretamente envolvido com o processo de fotossíntese, respiração e/ou

decomposição que, por sua vez, estão diretamente relacionados com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura. No entanto, outros fatores, como os ventos e as chuvas, também podem ter importância eventual (ESTEVES, 1998).

O teor de oxigênio dissolvido na coluna d'água apresentou correlação negativa com a profundidade, oscilando entre $7,18 \pm 0,85$ mg/L (92,75%) na superfície e $3,60 \pm 1,04$ mg/L (45,21%) próximo ao sedimento límnico. A maior amplitude de variação ocorreu às 14 h, $5,47$ mg/L (73,10%), e a menor à 0 h, $1,83$ mg/L (24,80%), (Figura 14). No entanto, as diferenças verticais permaneceram significativas para toda a campanha ($F=57,46$; $p<0,01$), mantendo a estratificação entre as profundidades 7 e 12 m, de acordo com as probabilidades de Tukey ($p<0,01$).

ESTEVES (1998), relata que a redução de oxigênio nas camadas mais profundas, principalmente durante o período de estiagem, é devido a oxidação da matéria orgânica sedimentada, padrão também sugerido para o açude Pereira de Miranda por MORAES (2005).

O ciclo diário mostrou maiores valores de média durante o período diurno, atingindo o máximo $6,05 \pm 0,84$ mg/L (77,46%) às 16 h e mínimo $4,93 \pm 1,48$ mg/L (61,94%) às 10 h, diferença estatisticamente significativa ($p<0,01$). O padrão foi acompanhado pelos horários 6 h ($5,07 \pm 1,32$ mg/L) e 8 h ($4,94 \pm 0,59$ mg/L) em relação ao das 16 h ($p<0,05$).

No entanto, na superfície, onde ocorreram as maiores oscilações de OD, o máximo $8,88$ mg/L (115,28%) e o mínimo $5,81$ mg/L (74,10%) ocorreram às 14 e 8 h, respectivamente. Este comportamento é relacionado pela forte correlação com a temperatura da água.

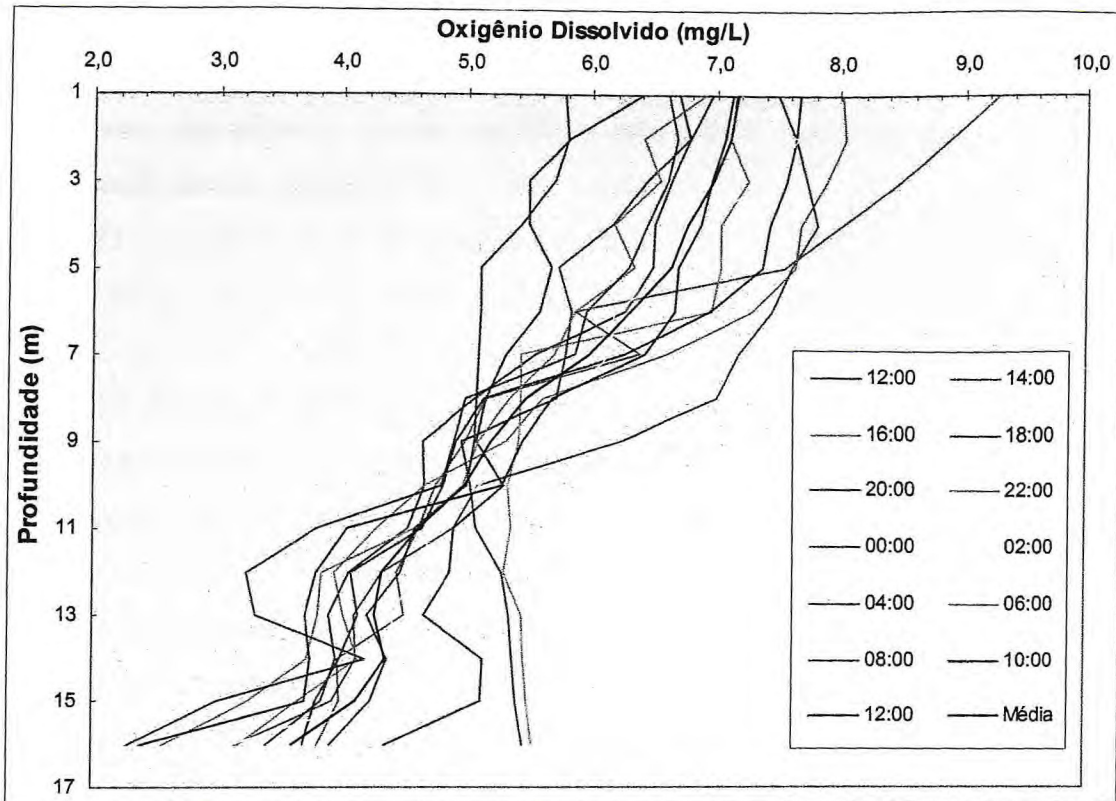


FIGURA 14 – Perfil da variação nictemeral e vertical do oxigênio dissolvido (mg/L) no açude Pereira Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

A média de OD apresentada para campanha realizada foi igual $5,50 \pm 1,36$ mg/L. De acordo com TAVARES (1994), somente teores de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/L podem afetar a sobrevivência de espécies de cultiváveis, caracterizando, então, o açude Pereira de Miranda como propício ao cultivo de peixes em tanques-rede.

Nutrientes

Compostos Nitrogenados

O nitrogênio é um elemento de suma importância para os ambientes aquáticos devido à sua participação na formação das proteínas e por ser um elemento limitante na produção primária. O nitrato é a forma mais oxidada do nitrogênio e, junto como íon amônio, representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998).

O aporte atmosférico pela chuva e fixação atmosférica é comparado ao aporte terrestre, pelo material de origem alóctone, uma menor fonte natural de nitrogênio, no entanto, fontes artificiais são ainda mais representativas do incremento desse elemento (WETZEL, 1981).

O nitrogênio total apresentou média igual a $0,79 \pm 0,18$ mg/L para superfície e $1,24 \pm 0,4$ mg/L para o fundo, demonstrando uma elevação significativa ($F=6,01$; $p<0,01$) das concentrações. O acúmulo de nitrogênio nas camadas inferiores próximas ao sedimento pode ser atribuída à inibição da ação das bactérias nitrificantes em ambientes reduzidos (ROLLA *et al.*, 1990), principalmente de amônia, onde o modelo é confirmado pela correlação negativa com os valores de Eh ($r=-0,71$; $p<0,01$).

A concentração de nitrogênio amoniacal e de nitrato demonstraram comportamento semelhante, oscilando de valores não detectáveis na superfície a $0,137 \pm 0,026$ mg de $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ /L e $0,014 \pm 0,008$ mg de NO_3^- /L no fundo, (Figura 15), variação significativa ($p<0,01$) em relação aos outros compartimentos.

O nitrogênio amoniacal ocorre de duas maneiras: NH_3 , forma não ionizada e tóxica aos peixes; e NH_4^+ , forma ionizada, pouco tóxica aos peixes (ONO; KUBITZA, 2003); sendo a proporção direta da forma não ionizada sobre a ionizada, função do pH e da temperatura (AMINOT; CHAUSSEPIED 1983).

Segundo ONO; KUBITZA (2003), exposição à concentrações de amônia tóxica entre 0,7 e 2,4 mg/L podem ser letais aos peixes, mas níveis próximos a 0,2 mg/L de NH_3 apenas podem reduzir o crescimento destes. Portanto, apesar da correlação inversa apresentada pelo pH ($r=-0,88$; $p<0,01$) e temperatura ($r=-0,77$; $p<0,01$) com o nitrogênio amoniacal no açude, o valor máximo 0,197 mg/L às 10 h no fundo não é suficiente para ocasionar toxicidade do ambiente e limitar a sobrevivência de espécimes de peixe nestas condições, principalmente porque o fundo não apresentou anaerobiose.

A relação direta entre nitrogênio amoniacal e fósforo ($r=0,60$; $p<0,01$) provavelmente está associada à fonte de nutrientes de origem antrópica introduzida pelos grandes tributários Capitão Mohr e Canindé, do açude Pereira de Miranda, resultado também observado por AMANCIO (2003).

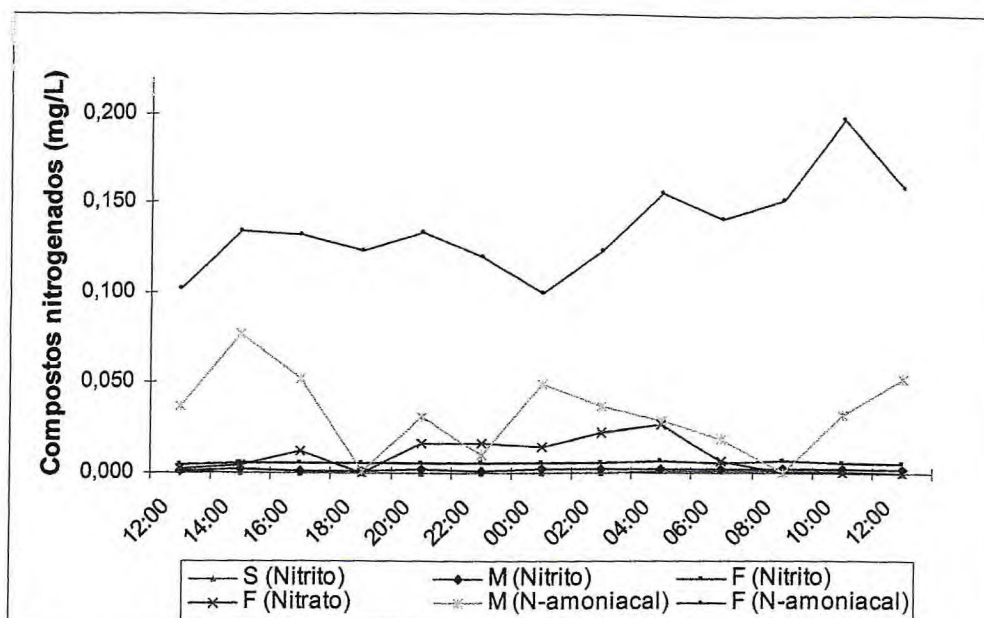


FIGURA 15 – Variação nictemeral e vertical para os compostos nitrogenados (mg/L) para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

O nitrito é um composto intermediário da oxidação da amônia à nitrato, sendo mais comumente observado em águas muito eutrofizadas ou nas camadas de água mais profundas (ONO; KUBITZA, 2003). Este modelo foi observado no açude Pereira de Miranda, onde as maiores concentrações de nitrito foram encontradas na camada mais profunda e as probabilidades de Tukey demonstraram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre superfície ($0,0054 \pm 0,00017$ mg/L), meio ($0,019 \pm 0,00047$ mg/L) e fundo ($0,0056 \pm 0,00061$ mg/L).

As altas concentrações de nitrato no fundo podem ter correspondência com a elevação das concentrações de nitrogênio amoniacoal no fundo, já que este é produto do processo de nitrificação e é produto de oxidação da amônia na presença de oxigênio, modelo apresentado pela relação indireta com o oxigênio ($r = -0,83$; $p < 0,01$).

As médias das concentrações de nitrito variaram sem um padrão fixo durante o ciclo nictemeral, oscilando entre os valores mínimo $0,002 \pm 0,0026$ mg/L às 18 h e máximo $0,0034 \pm 0,0028$ mg/L às 4 h, com diferenças significativas entre os horários 12 e 4 h ($p < 0,05$), 12 e 8 h ($p < 0,05$), 18 e 4 h ($p < 0,01$), 18 e 8 h ($p < 0,01$), 22 e 4 h ($p < 0,05$), 22 e 8 h ($p < 0,05$).

De acordo com TAVARES (1994), os peixes apresentam tolerância ao nitrito até uma concentração de 0,5 mg/L, a partir desse valor, ele se torna letal.

Fosfato

O fósforo presente em águas naturais, quer na forma iônica ou complexada, encontra-se sob forma de fosfato. O papel limitante na produção primária e participação no armazenamento de energia e estruturação da membrana celular torna esse elemento indispensável nos estudos limnológicos (ESTEVES, 1998).

A importância do fósforo que é introduzido via fertilizantes inorgânicos no cultivo de peixes e crustáceos é devido ao seu incremento na produção de plâncton, contribuindo para a alimentação natural dos indivíduos e manutenção na qualidade da água (KUBTIZA, 2003).

O fósforo e suas diversas formas estão presentes nos efluentes domésticos e industriais, nos sistemas de abastecimento, controlando a corrosão e nas caldeiras evitando as incrustações (PARANHOS, 1996), sendo portanto, um importante e expressivo elemento de impacto antrópico sobre ecossistemas naturais.

O fosfato dissolvido apresentou valores baixos de concentração, da ordem de $0,008 \pm 0,002$ mg/L, distribuídos de forma homogênea ($F=0,87$; $p>0,05$) na coluna d'água. Da mesma forma, o fosfato total também foi baixo, igual a $0,044 \pm 0,029$ mg/L, mas os valores diferenciaram significativamente ($F= 6,25$; $p< 0,01$) entre os compartimentos superfície e fundo, respectivamente iguais a $0,028 \pm 0,004$ mg/L e $0,064 \pm 0,039$ mg/L (Figura 16).

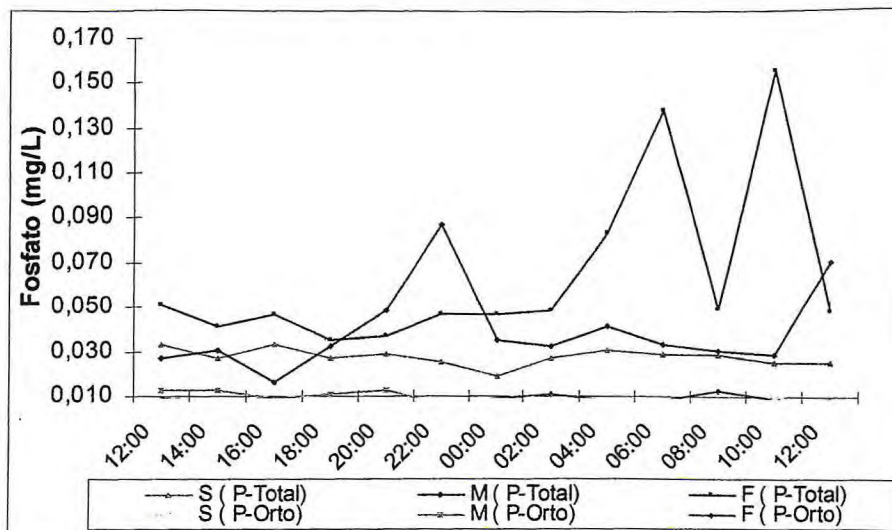


FIGURA 16 – Variação nictemeral e vertical de fosfato dissolvido e total (mg/L) para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em setembro de 2005.

O aumento na concentração de fosfato total pode ser atribuído a correlação ($r=0,91$; $p<0,01$) apresentada com o material em suspensão, que complexado com o fosfato, acumula-se por sedimentação no fundo. BAIRD (2002), relata o mesmo efeito quelante do magnésio e principalmente do cálcio como seqüestrantes de íons de fosfato em águas superficiais, método utilizado inclusive, em tratamentos de águas residuais.

Ambas as formas analisadas de fosfato, íon fosfato ($F=0,5$; $p>0,05$) e fosfato total ($F=0,77$; $p>0,05$) não apresentaram variação significativa para os horários estudados.

Sílica reativa

Designa-se sílica reativa à forma de sílica solúvel e assimilável pelos organismos e essa denominação provém de sua reatividade com o molibdato de amônio em meio ácido (ESTEVES, 1998).

As concentrações de sílica reativa mostraram-se com pequena amplitude nictemeral (4,41 mg/L) e sem significância ($F=0,64$; $p>0,05$). Entretanto, a média para a superfície ($16,74 \pm 1,34$ mg/L) diferiu significativamente do resto da coluna d'água, diminuindo essa variação gradualmente com a profundidade, encontrando os menores valores no fundo ($11,09 \pm 3,22$ mg/L), (Figura 17).

A oscilação nos teores de sílica reativa pode estar relacionada à liberação pela degradação do fitoplâncton (feopigmentos: $r=0,54$; $p<0,01$) e absorção por esses organismos, já que esse composto pertence à estrutura celular das diatomáceas. Em estudo realizado por AMANCIO (2003), evidenciou-se a predominância da diatomácea do gênero *Melosira* (classe Bacillariophyceae) no açude Pereira de Miranda.

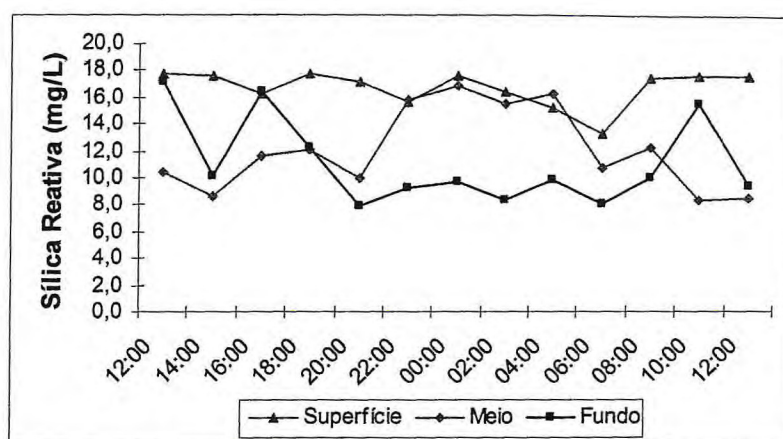


FIGURA 17 – Variação nictemeral e vertical para sílica reativa (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha em setembro de 2005.

A média igual a $13,31 \pm 3,61$ mg de SiO_2 /L do açude Pereira de Miranda ficou muito próxima de 13 mg de SiO_2 /L, sugerida por Davis (1964) apud WETZEL (1981), como média mundial de sílica para as águas superficiais, com poucas variações entre os continentes.

Ferro Total

O ferro participa da ciclagem de nutrientes, como do fosfato, exibe papel importante na cadeia respiratória, como ferredoxina e ainda pode atuar como fator limitante à produção primária por ser um agente catalisador no processo fotossintético (ESTEVES, 1998).

Os resultados obtidos nas amostras analisadas para ferro total mostraram níveis abaixo do limite de detecção do método utilizado para superfície e meio, mas valor de média igual a $0,143 \pm 0,07$ mg/L para o fundo, (Figura 18), cuja oscilação diária não apresentou significância para um nível igual a 5%.

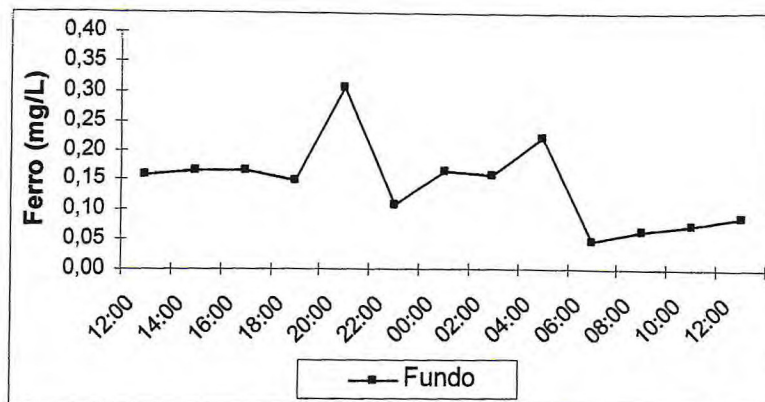


FIGURA 18 - Variação vertical e nictemeral de ferro total (mg/L) para o fundo, no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

A presença de ferro apenas na camada mais profunda pode ser decorrente das correlações apresentadas com o Eh ($r=-0,64$; $p<0,01$) e oxigênio dissolvido ($r=-0,56$; $p<0,01$). ESTEVES (1998), relata que em baixas concentrações de oxigênio e condições redutoras, ocorre a redução do ferro, que se solubiliza, provocando um grande aumento do íon Fe^{2+} no hipolímnio.

WETZEL (1981), determinou que em águas ricas em oxigênio a concentração de ferro é baixa, e que em ambientes estratificados e com elevado índice de matéria orgânica dissolvida, é freqüente se encontrar índices extremamente baixos de Eh no fundo, condicionando assim a elevadas concentrações de ferro total nesse compartimento.

ESTEVES (1998) também relata essa dinâmica, em que grande parte do ferro, na presença de oxigênio e pH levemente básico, é precipitada sob a forma de hidróxido de ferro e/ou fosfato férrico.

Composição Iônica

Principais Cátions: Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio.

Os cátions: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ , geralmente estão em maior quantidade nos corpos d'água. Esses cátions são importantes na distribuição dos organismos aquáticos que necessitam desses íons para seu metabolismo (GOMES, 1998).

Durante a campanha realizada os principais cátions mantiveram proporções constantes entre si, com seguinte gradação de abundância: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$; e as amplitudes diárias não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

O cálcio, além de ser importante para o crescimento de algas, macrófitas aquáticas e muitos animais, influencia na dinâmica e ciclagem de outros compostos importantes, como o fosfato. Encontra-se em águas naturais principalmente combinado na forma de carbonato e bicarbonato de cálcio.

O cálcio diferiu significativamente entre superfície, meio e fundo ($F=28,43$; $p < 0,05$), com menor média para o meio ($15,51 \pm 1,65$ mg/L) seguido pelo fundo ($17,11 \pm 1,65$ mg/L) (Figura 19).

O magnésio participa na formação da molécula de clorofila e em inúmeros processos metabólicos nas células (ESTEVES, 1998).

O teor de magnésio manteve-se distribuído de forma equivalente na coluna d'água ($F=2,25$; $p > 0,05$), apresentando média igual a $15,68 \pm 2,10$ mg/L (Figura 19).

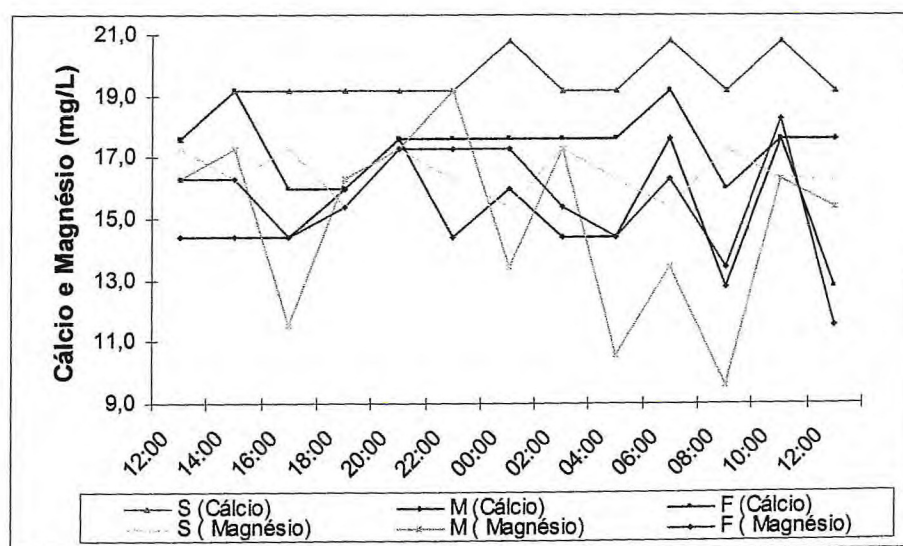


FIGURA 19 - Valores de concentração do cálcio e magnésio para variação nictemeral e vertical na superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Os cátions monovalentes, sódio e potássio, encontram sua função no transporte e na troca iônica para o meio intra e extracelular, sendo o K^+ um íon muito requerido por cianofíceas (WETZEL, 1981).

A concentração de sódio no açude foi a mais alta dentre os cátions, com média três vezes mais elevada do que a de cálcio, segundo mais concentrado na água. Seus valores estiveram na faixa de 29,35 mg/L às 6 h e 87,63 mg/L às 2 h. Para o potássio, os valores foram os mais baixos, variando de 1,17 mg/L às 6 h até 8,01 mg/L às 22 h (Figura 20).

Os dois cátions apresentaram elevada correlação positiva ($r=0,98$; $p<0,01$) entre si, apresentando comportamento similar na coluna d'água, onde as concentrações na superfície diferiram significativamente (Na^+ : $F=10,35$; K^+ : $F=16,02$; $p<0,01$) em relação aos outros compartimentos. As médias para as camadas superficiais foram iguais a $79,05 \pm 8,59$ mg de Na^+ /L e $7,24 \pm 0,72$ mg de K^+ /L, enquanto que as médias para as demais camadas foram $64,11 \pm 16,86$ mg de Na^+ /L e $5,23 \pm 2,06$ mg de K^+ /L

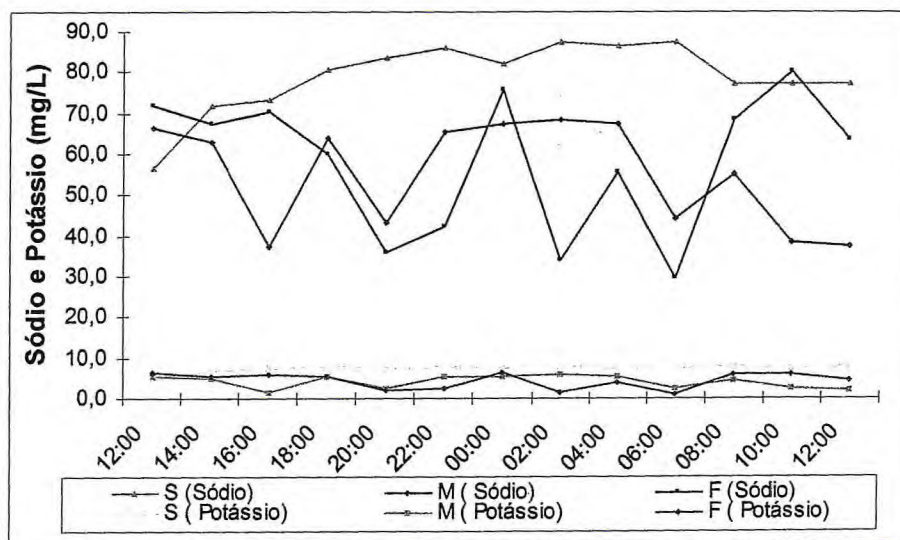


FIGURA 20 - Valores de concentração do sódio e potássio para variação nictemeral e vertical na superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

A distribuição de sódio e potássio na coluna d'água reflete diretamente (Na^+ : $r=0,52$; K^+ : $r=0,59$; $p<0,01$) no comportamento da condutividade elétrica no açude Pereira de Miranda, ambas apresentando maiores valores para as camadas superficiais.

Principais Ânions

Alcalinidade total

A alcalinidade reflete a capacidade que um ecossistema aquático apresenta em neutralizar (tamponar) os ácidos nele adicionados (BRASIL, 2006), sendo resultado principalmente dos ânions, bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes na água. Também podem contribuir os boratos, fosfatos e silicatos, cujas concentrações estão intimamente relacionadas ao pH do meio (WETZEL, 1981).

A alcalinidade total apresentou média igual a $79,56 \pm 4,48$ mg/L na camada superficial, diminuindo com a profundidade, apresentando média igual a $70,16 \pm 10,67$ mg/L para meio e fundo, (Figura 21), diferença considerada significativa ($F= 7,51$; $p < 0,01$) durante toda a amostragem.

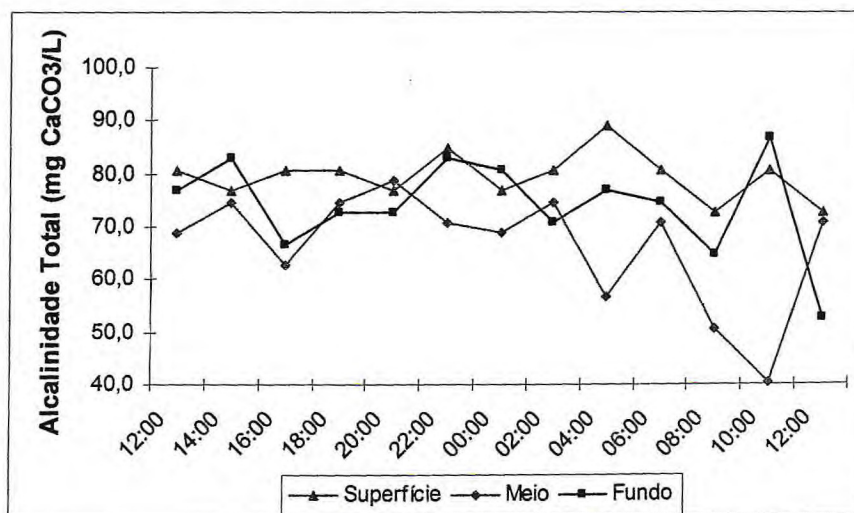


FIGURA 21 – Variação nictemeral e vertical para alcalinidade total no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Os resultados com forte correlação negativa entre bicarbonato e carbonato ($r=-0,82$; $p < 0,01$), estão associados com a variação vertical do pH no açude, diminuindo carbonato ($r=0,75$; $p < 0,01$) e aumentando bicarbonato ($r=-0,56$; $p < 0,01$) com a profundidade.

Essas associações descritas por ESTEVES (1998), podem ter condicionado diferenças significativas entre superfície e fundo para carbonato ($F=21,58$; $p < 0,01$) e bicarbonato ($F=10,26$; $p < 0,01$) no açude Pereira de

Miranda, como também podem ter influenciado no ciclo de outros compostos químicos, tais como, fósforo, cálcio, magnésio e compostos orgânicos, pela coprecipitação com o carbonato de cálcio em pH maior que 8,3.

A maior variação nictemeral ocorreu para o bicarbonato na superfície, $62,18 \pm 22,36$ mg/L, assim como para o carbonato, $17,15 \pm 10,77$ mg/L, (Figura 22), porém ambas sem significância estatística ($p > 0,05$).

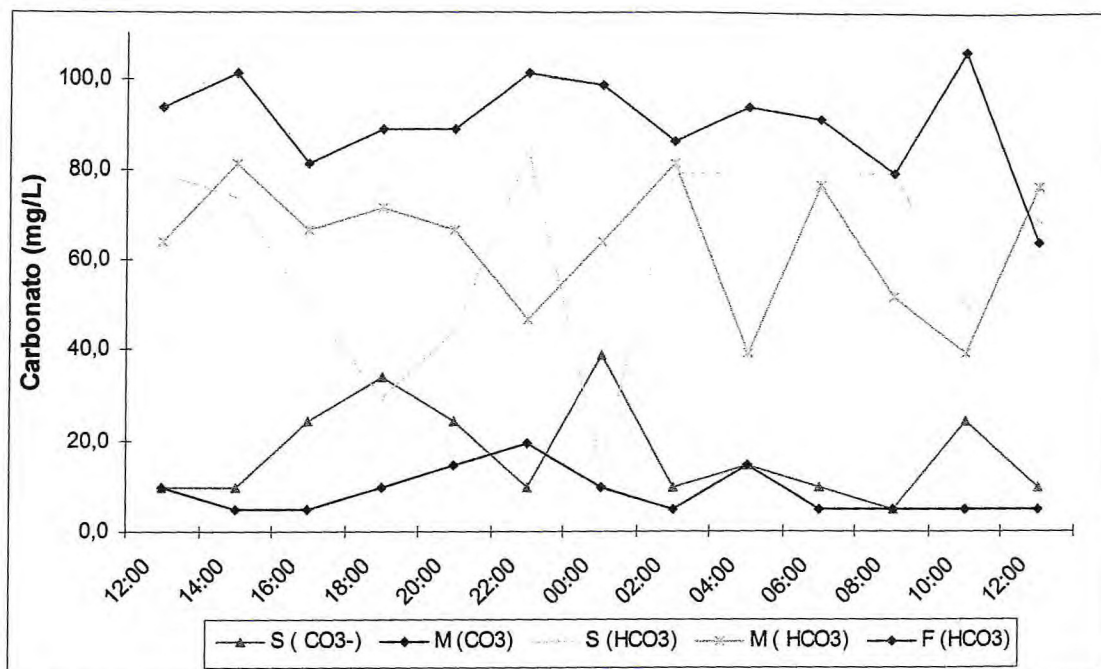


FIGURA 22 – Variação nictemeral e vertical para carbonato e bicarbonato para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Cloreto

Por clorinidade se entende a quantidade de íons cloretos presentes na água. A dissolução de rochas magmáticas e lixiviação, aporte atmosférico, balanço hídrico negativo ou infiltração da água do mar pelo lençol freático, são fontes contribuintes para a elevação dos teores de cloro nas águas continentais (ESTEVES, 1998).

Segundo WETZEL (1981), os cloretos estão em pequenas quantidades em águas naturais, podendo então, ser indicador de poluição por parte de esgotos sanitários.

A concentração de cloreto oscilou entre 57,98mg/L às 8 h no meio e 119,96 mg/L às 22 h na superfície, com médias iguais a $113,81 \pm 3,31$ mg/L na superfície, $89,05 \pm 15,24$ mg/L no meio e $102,28 \pm 12,27$ mg/L no fundo (Figura 23). Esses resultados apresentam diferenças significativas entre si para a coluna d'água ($F=20,72$; $p<0,01$), mas não para a variação diária ($F=2,09$; $p>0,05$).

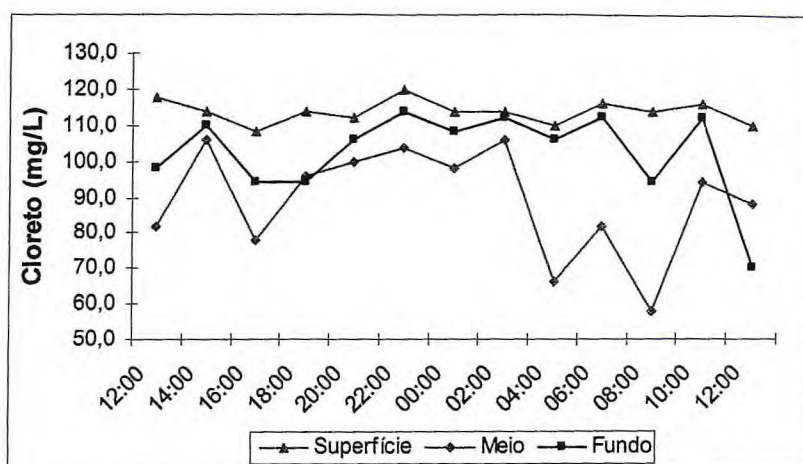


FIGURA 23 – Variação nictemeral e vertical de cloreto (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Sulfato

Compostos contendo enxofre estão em diversas formas nos ecossistemas aquáticos, mas o íon sulfato e o gás sulfídrico são os mais freqüentes, sendo o último encontrado em condições de anaerobiose (ESTEVEZ, 1998).

O sulfato encontra-se amplamente distribuído pela natureza e em diferentes concentrações, mas o sulfato de sódio e de magnésio têm efeito laxativo em quantidades apreciáveis, portanto, não devem estar presentes na água para consumo humano (BECKER, 1997).

A variação diária do sulfato não demonstrou significância ($F=1,98$; $p>0,05$), evidenciando determinada diferença apenas na coluna d'água, onde o fundo apresentou maior média e igual a $13,23 \pm 0,69$ mg/L, enquanto que superfície e meio, $11,30 \pm 0,76$ mg/L (Figura 24).

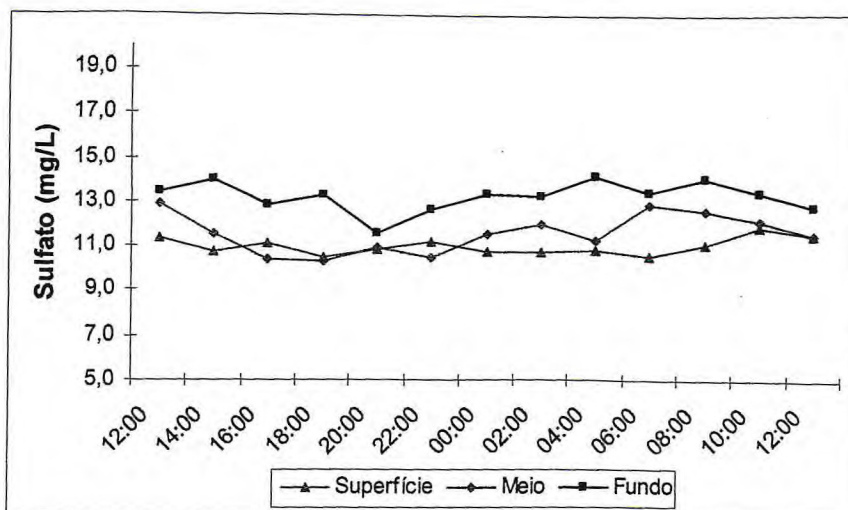


FIGURA 24– Variação nictemeral e vertical para sulfato (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

A formação de gás sulfídrico como resultado do processo bioquímico de decomposição da matéria orgânica em ambiente redutor, pode ser revertida na produção de sulfato devido à presença do oxigênio (ESTEVES, 1998), sendo, portanto, fator importante na conexão com a elevação das concentrações de sulfato em fundos aeróbios, comportamento evidenciado pelas correlações apresentadas com o oxigênio ($r=-0,72$; $p<0,01$).

A correlação negativa apresentada com o pH ($r=-0,78$; $p<0,01$) pode ter relação com a acidificação do meio pela decomposição da matéria orgânica, no sedimento límico, e conseqüente produção de gás sulfídrico.

Carbono Orgânico Total

O carbono orgânico total é formado pelo agrupamento de duas categorias de carbono orgânico presentes no ecossistema: carbono orgânico detrital e carbono orgânico particulado da biota (ESTEVES, 1998).

A amplitude de variação (3,10 mg/L) das médias nictemerais manteve-se sem significado estatístico ($F=1,37$; $p>0,05$), mas a variação vertical de carbono orgânico total diferiu significativamente ($F=4,09$; $p<0,05$) entre superfície e fundo, com médias iguais a $1,47 \pm 0,87$ mg/L e $2,97 \pm 2,11$ mg/L, respectivamente, (Figura 25).

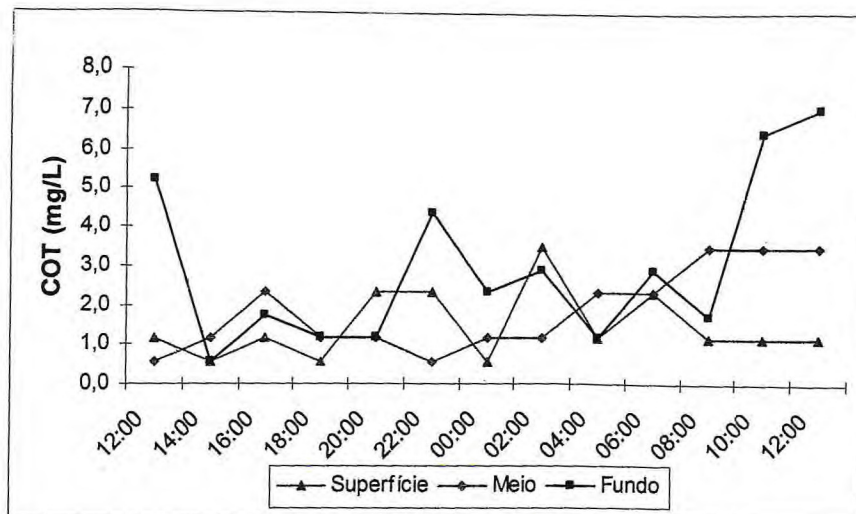


FIGURA 25 – Variação nictemeral e vertical do carbono orgânico total (mg/L) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

Como a camada mais profunda exibiu maiores concentrações de carbono orgânico total, era esperado que esta apresentasse também maiores concentrações de nitrogênio amoniacal ($r=0,44$; $p<0,01$) e fosfato total ($r=0,41$; $p<0,01$), devido à decomposição da matéria orgânica sedimentada.

5.3. Variáveis Biológicas

Pigmentos

Nos últimos anos, tem se tornado cada vez mais freqüente a utilização da concentração de clorofila *a*, um dos principais pigmentos responsáveis pela fotossíntese, para expressar a biomassa fitoplanctônica, podendo também determinar seus produtos de degradação (feopigmentos) (ESTEVES, 1998).

Os pigmentos podem ser rapidamente degradados durante períodos de carência de nutrientes, estresse e morte das células. Portanto, o conhecimento da presença e da concentração de vários pigmentos e de seus produtos de degradação, principalmente de feofitina *a*, é um valioso indicador do estado fisiológico das células fitoplanctônicas (JANSEN, 1978).

A concentração de clorofila *a* variou sem significância ($F=0,56$; $p>0,05$) no ciclo nictemeral, oscilando de 1,50 mg/m³ na superfície às 4 h até 35,51 mg/m³ no meio às 18 h. As variações de concentração na coluna d'água demonstraram significativa diferença ($F= 311,23$; $p>0,05$), com menor média na

superfície $4,74 \pm 3,06 \text{ mg/m}^3$, aumentando no fundo $11,72 \pm 3,61 \text{ mg/m}^3$, seguido pelo meio $25,79 \pm 6,26 \text{ mg/m}^3$, (Figura 26).

BOZELLI *et al.* (1992) esboçam em seu trabalho que a elevada densidade fitoplanctônica no metalímnio pode ser consequência do fato de que a camada trofогênica (produtora) ultrapassa o epilímnio, onde a maior disponibilidade de nutrientes e, em muitos casos, a baixa herbivoria, favorecem este crescimento.

AMANCIO (2003) reforça esse resultado quando relata que o gênero *Melosira*, predominante no açude em estudo, é capaz de sobreviver em ambientes com baixa demanda de oxigênio, baixando a taxa metabólica e aproveitando a elevada concentração de nutrientes para sobreviver.

Como esperado, a feofitina *a* apresentou comportamento antagônico ao da clorofila *a* ($r=-0,53$; $p<0,01$), com maior concentração na superfície, $48,70 \pm 4,18 \text{ mg/m}^3$, e menor nas demais profundidades, $10,70 \pm 19,96 \text{ mg/m}^3$, (Figura 26), diferenças que se apresentaram significativas ($p<0,01$).

No entanto, a variação diária para feofitina *a* também demonstrou-se sem significância ($F= 1,14$; $p>0,05$).

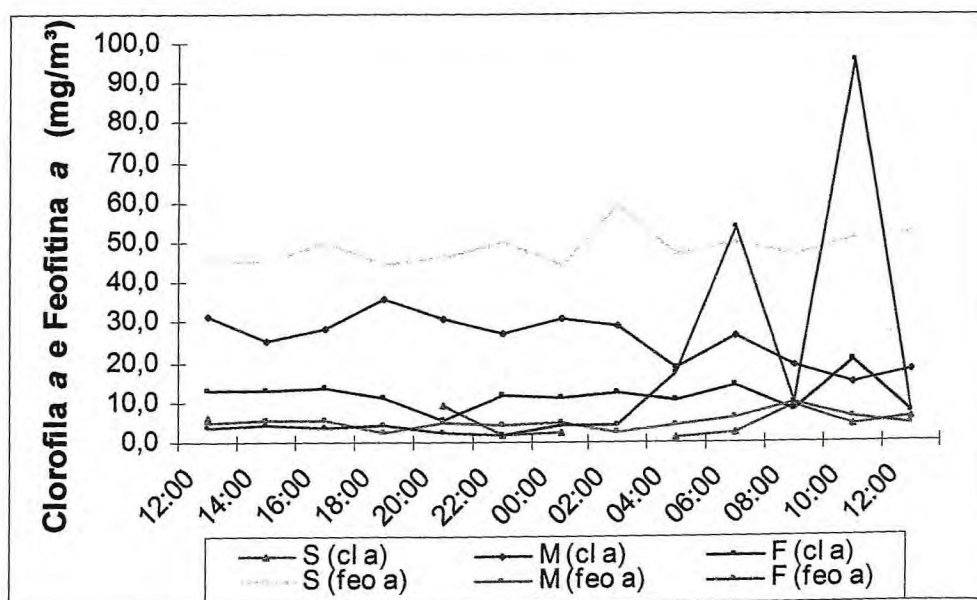


FIGURA 26 – Variação nictemeral e vertical de clorofila *a* e feofitina *a* para a superfície (S), meio (M) e fundo (F) no açude Pereira de Miranda, em campanha realizada em setembro de 2005.

6. CONCLUSÃO

O açude Pereira de Miranda apresentou adensamento nos valores de carbono orgânico total com a proximidade do sedimento límnic, relação provável com o material sedimentado.

A matéria orgânica sedimentada em processo de decomposição, principalmente devido ao ambiente redutor e aeróbio, elevaram consideravelmente os teores de sulfato na camada límnic próxima ao fundo, diferenciando-a significativamente das camadas superficiais.

A água do açude foi classificada como doce e a condutividade elétrica baixa não apresentou variação diária significativa, e sim, para os maiores valores de média das camadas superficiais.

A resistência térmica entre as camadas d'água do açude foi suficiente para promover durante toda a campanha diferenças significativas entre as profundidades, diminuindo os valores de temperatura gradativamente em direção ao fundo. Embora os valores sofram influência pela radiação solar, não houve diferenças significativas para o ciclo diário.

Desta mesma forma, o oxigênio dissolvido e o pH, que possuem relação direta com a temperatura da água, seguiram o mesmo efeito de estratificação vertical. No entanto, a oscilação diária para os dois parâmetros apresentou diferenças significativas entre os picos de luz solar, determinadas principalmente pelos processos bioquímicos existentes nas águas naturais.

O comportamento diário do Eh foi atribuído à variação diária do oxigênio dissolvido, impondo a capacidade redutora do meio de acordo com a proximidade do sedimento límnic. Logo, a concentração de ferro total nessa profundidade torna-se expressiva pela redução do ferro complexado a ferro solúvel, liberando-o do sedimento para a coluna d'água.

A estratificação da coluna d'água definiu a distribuição e concentração dos nutrientes. A proporção de nitrogênio, fósforo e carbono orgânico diferiram entre as camadas extremas da coluna d'água, com menores concentrações na superfície, mas sem significância para o ciclo diário.

Nenhuma das formas de nitrogênio e fósforo demonstraram-se limitantes à produção primária em toda coluna d'água, mas sim, atuando entre os compartimentos como fatores condicionantes à densidade. Pode-se incluir nesta relação a co-participação do silício como fator referente a provável abundância de biomassa algal na camada intermediária do açude, diferente significativamente das demais.

Os constituintes principais das águas do açude Pentecoste não apresentaram diferença representativa para os horários, mas significativa para as médias de superfície em relação as do fundo.

A relação de abundância entre os cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio permaneceu respectivamente decrescente. Sódio e potássio foram os que mais se correlacionaram, apresentando maiores médias para superfície. O magnésio manteve-se distribuído uniforme, enquanto que o cálcio oscilou na coluna d'água significativamente, com menor valor de média no metalímnio.

Para os ânions cloreto e carbonato, a diminuição das concentrações com a profundidade foi significativa entre superfície, meio e fundo. A correlação positiva entre pH e carbonato evidenciou a formação de carbonato de cálcio em pH básico, da mesma forma em que a dissociação desse elemento, elevou as concentrações de bicarbonato nas profundidades com menor valor de pH.

7. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

De acordo os parâmetros analisados e os valores descritos por ONO; KUBTIZA (2003), (Tabela 3), o açude Pereira de Miranda classifica-se como eutrófico e favorável ao desenvolvimento de atividades aquícolas, principalmente para o cultivo em tanques-redes, demonstrando a importância do reservatório para a região.

TABELA 3 – Resultados para os parâmetros analisados no açude Pereira de Miranda em setembro de 2005 e valores estabelecidos pelo CONAMA e ONO; KUBTIZA (2003).

PARÂMETRO	AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA	Resolução CONAMA nº 357/05	ONO; KUBTIZA (2003)
Temperatura	27,79 ± 0,47	-	26 a 30°C
pH	8,27 ± 0,52	6.0 a 9.0	6,5 a 8,0
Oxigênio Dissol.	5,50 ± 1,36 mg/L	>5 mg/L	>4 mg/L
Fósforo Total	0,044 ± 0,029 mg/L	até 0.050 mg/L	-
clorofila- <i>a</i>	15,15 ± 9,86 mg/m ³	até 30 microg/L	-
Alc. Total	73,29 ± 10,07	-	> 20mg/L
turbidez	11,84 ± 4,24 NTU	até 100 NTU	-
Cloreto	101,71 ± 15,14 mg/L	até 205 mg/L	-
Ferro Dissolvido	0,143 ± 0,07 mg de ferro total/L	até 300 microg/L	-
Sulfato	15,95 ± 1,7 mg/L	até 250 mg/L	-
Nitrato	0,014 ± 0,008 mg/L	até 10 mg/L	-
Nitrito	0,0027 ± 0,0022 mg/L	até 1 mg/L	< 0,3 mg/L
N-amoniacal total	0,088 ± 0,056 mg/L	até 3.7 mg/L (pH <7.5)	-
		até 2 mg/L (pH entre 7.5 e 8)	-
		até 1 mg/L (pH entre 8 e 8.5)	-
		até 0.5 mg/L (pH > 8.5)	-

A classificação da água do açude Pentecoste e a conformidade de suas variáveis limnológicas aos padrões regulamentados pela Resolução do CONAMA nº357, de 2005, (Tabela 3), evidenciam a importância do gerenciamento adequado desse reservatório hídrico, a fim de garantir a sustentabilidade do ecossistema e os múltiplos usos de suas águas, segundo regulamenta a Lei das Águas (MMA, 2004):

- I. A água é um bem de domínio público;
- II. A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

- III. Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação de animais;
- IV. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

Para futuros estudos que abordem as variações nictemeral e vertical de reservatórios superficiais de profundidade elevada, sugere-se que as amostragens sejam realizadas em maiores intervalos de tempo, possibilitando que a coleta de amostras de água seja maior, abrangendo melhor a coluna d'água e ampliando os resultados quanto a evidenciação das possíveis diferenças existentes no ambiente.

Uma maior abrangência dos pontos de amostragem também fornecerão uma melhor caracterização das diferenças nictemerais, principalmente em locais de pouca profundidade, onde os fatores ambientais demonstram maior influência.

Estudos contínuos que compreendam o período de chuvas para o açude Pereira de Miranda e que abordem as variações nictemerais são fundamentais para complementação de informações sobre o comportamento desses ecossistemas tropicais, podendo servir também como ferramenta comparativa com outros períodos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.G. **Estudos hidrométricos do Nordeste brasileiro (Excertos)**. Boletim Técnico do DNOCS, Fortaleza, v.36, n.2, p. 129-141, 1978.

AMANCIO, A.L.L. **Caracterização limnológica do açude Pentecoste – Pentecoste/CE**. 2003. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Departamento de Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

AMINOT, A., CHAUSSEPIED, M. **Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marien**. Centre National pour L'Exploitation des Océans, 1983. 325p.

APHA. American Publish Health Association. **Standart Methods for Examination of Water and Wastewater**. 18 ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

ARAGÃO, R.B. **Cronologia dos Municípios Cearenses**. Fortaleza: Barraca do Escritor Cearense, 1996. p. 183-184.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p.

BARBOSA, F.A.R. **Variação diurna (24h) dos parâmetros limnológicos básicos e da produtividade primária do fitoplâncton da lagoa Carioca - Parque Florestal do Rio Doce, MG, Brasil**.- São Carlos: UFSCar, 1981. 206p.

BECKER, H.S. **Manual de técnicas analíticas para análise de águas: Curso de atualização e treinamento em análise de águas**. Fortaleza: UFC/ Departamento de Química Ambiental, 1997. 76p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 2. ed. Brasília: FUNASA, 2006. 146p.

BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F.A.; ROLAND, F.; SUZUKI, M.S. Padrões de funcionamento das lagoas do baixo Rio Doce: variáveis abióticas e clorofila a. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Carlos: SBL, v.4. p. 13-31. 1992.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Rede de Monitoramento da Qualidade da Água para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br/versao3/upload/SEC6DOC4111.PDF>>. Acesso: 17 de mai. 2006.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. **Classificação dos corpos d'água**. Brasília, DF: DOU, 2005.

COSTA, O. **Caracterização Físico-Química e Análise de Resíduos de Pesticida Organofosforado e Carbamato Utilizando Cromatografia Líquida**

de Alta Resolução - HPLC nas Águas do Açude Pereira de Miranda no Município de Pentecoste -Ceará. 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Departamento de Geologia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Arquivo Técnico.** Processos do açude Pereira de Miranda. Disponível em: <<http://www.201.30.148.11/apoema/php/projetos.php>>. Acesso: em: 23 mar. 2006.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. - Rio de Janeiro: Interciência / FINEP, 1998.

FURTADO-OGAWA, E.; SOUZA, L.V. Dados sobre a alimentação de *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1766, na época da estiagem (agosto-novembro) no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.17, n.2, dez. 1986. Disponível em: < <http://www.ccarevista.ufc.br/v17a1986/04rca17-2.pdf>>. Acesso: em: 08 jul. 2006.

GOMES, D.F. **Caracterização Limnológica de um Ecossistema Lacustre Tropical** - Planície Costeira do Município de Beberibe - Ceará. 1998. 124f. Dissertação (Mestrado em Saneamento) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

GRASSHOFF, K.; ERHARD, M.; KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis.** 2. ed. Weinheim: Verlag Chemie, 1983.

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

GURGEL, J.J.S, FERNANDO, C.H. Fisheries in semi -arid northeast Brazil with special reference to the role of tilapias. **Institute Revue Gestation Hydrobiology**, Canadá, v.79, n.1, p.77-94, 1994.

HOLANDA, M.V. DA S. **Estudos Limnológicos do Açude Pereira de Miranda no Estado do Ceará - Brasil.** Fortaleza: IBAMA/DNOCS/CEDA/GTZ-GOPA. 1995. 35p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2000.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/default.php>>. Acesso: 26 de abr. 2006.

IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Perfil Básico Municipal. Pentecoste - Ceará.** 26p. 2000.

IVO, C.T.C.; FONTELES-FILHO, A.A. **Estatística Pesqueira: Aplicação em Engenharia de Pesca.** Fortaleza: Tom Gráfica e editora, 1997. 193p.

JANSEN, A. Chlorophylls and carotenoids. In: HELLEMBUST, J. A.; CRAIGIE, J. S. (eds). **Handbook of Phycological Methods**. Cambridge: Cambridge University, 1978. 512p. V.2.

JONES, J.G. Microbial activity in lake sediments: bacterial actino and interaction. **Freshwater Biological Association. Annual Report**, Ambleside, v.53. p 31-34. 1979.

KNOPPERS, B.A i MOREIRA, P.F. Matéria em suspensão e sucessão fitoplanctônica na Lagoa de Guarapina - RJ. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Carlos: SBL, v.3 n.1. p. 291-317, 1990.

KOEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio di los climas de la tierra. México: [s.n], 1948.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**.- Jundiaí: F. KUBITZA, 2003. 252p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Conjunto de Normas Legais**. Brasília: MMA, 2004. 243p.

MORAES, L.L. **Análise dos Aspectos Ambientais do Açude Pereira de Miranda - Município de Pentecoste -Ceará**. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Departamento de Geologia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de Peixes em Tanque-Rede**. 3. ed. Jundiaí: E. A. Ono, 2003. 128p.

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

PARANHOS, R. **Alguns métodos para análise da água**. São Carlos: Sub-Reitoria de Ensino de Graduação e Corpo Discente/SR-1, 200p. 1996. (Cadernos Didáticos/ UFRJ).

PENUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.penud.org.br/atlas/>>. Acesso: 01 abr. 2006.

RAMIREZ, J.J.R.; DÍAZ, C.A. Cambios diurnos de temperatura y variables físicas y químicas en dos épocas del año en la Laguna del Parque Norte, Colombia. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Paulo, v. 7, p. 87-104, 1995.

ROLLA, M.E. *et al.* Composição físico-química e biológica do sedimento do reservatório de volta grande, Minas Gerais/São Paulo. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Paulo, v. 3, p. 201-218. 1990.

ROSAS, E.; COUTINHO, O.; OLIVEIRA, N.B. Estudo limnológico de um lago de várzea em Sergipe, Nordeste do Brasil. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Paulo, v. 3, n.1, p. 241-273, 1990.

SILVA, A.C.; SAMPAIO, S.S.; VIANA, M.S.R. **Biologia e Pesca do Timbiro, *Peterengraulis atherinoides*, do açude Pereira de Miranda. Município de Pentecoste, Ceará.**

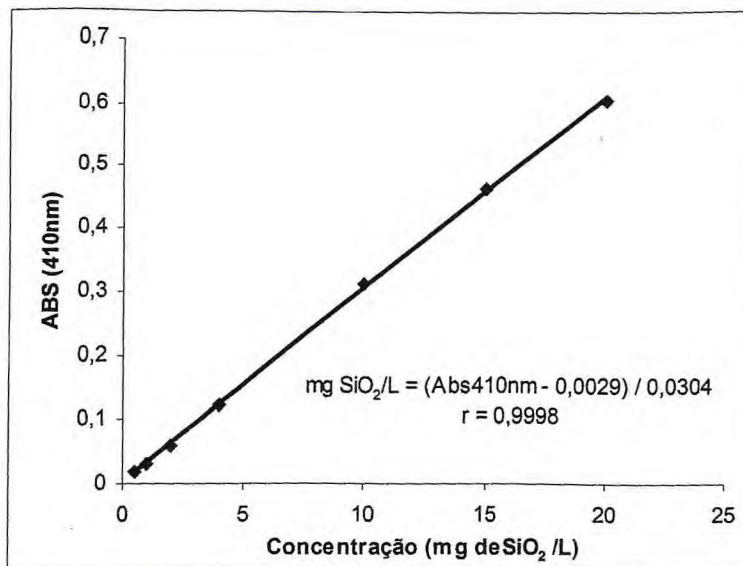
Disponível em: < <http://www.ppg.uem.br/Docs/ctf/Zootecnia/>>. Acesso: 6 de jul. 2006.

SANTIAGO, M.M.F. **Mecanismos de Salinização em Rediões Semi-Áridas. Estudo dos Açudes Pereira de Miranda e Caxitoré, no Ceará.** 1984. 168f. Tese (Doutorado em Geociências) - Departamento de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aqüicultura.** São Paulo: UNESP, 1994. 138p.

WETZEL, R.G. **Limnologia.** Barcelona: Omega, 1981. 619p.

APÉNDICE



APÊNDICE A - Figura representativa das curvas de padrões para os parâmetros analisados por espectrometria óptica.

Sódio				Cálcio			
FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	2	4402,099	2201,05	Tratamentos	2	102,0062	51,003
Blocos	12	1298,593	108,216	Blocos	12	31,77	2,648
Erro	24	5104,733	212,697	Erro	24	43,061	1,794
F (tratamentos) =	10,3483			F (tratamentos) =	28,4268		
p (tratamentos) =	0,0008			p (tratamentos) =	0		
F (blocos) =	0,5088			F (blocos) =	1,4756		
p (blocos) =	0,8885			p (blocos) =	0,201		
Médias (tratamentos):				Médias (tratamentos):			
Média (Coluna 1) =	79,0445			Média (Coluna 2) =	19,4462		
Média (Coluna 5) =	55,2341			Média (Coluna 6) =	15,5077		
Média (Coluna 9) =	58,0435			Média (Coluna 10) =	17,1077		
Tukey	Q	(p)		Tukey	Q	(p)	
Médias (1 a 2) =	5,8865	< 0.01		Médias (1 a 2) =	10,6014	< 0.01	
Médias (1 a 3) =	5,192	< 0.01		Médias (1 a 3) =	6,2946	< 0.01	
Médias (2 a 3) =	0,6945	> 0.05		Médias (2 a 3) =	4,3068	< 0.05	

APÊNDICE B – Tabela representativa do teste de significância por dois critérios aplicado aos dados limnológicas.

APÊNDICE D – Tabelas contendo resultados obtidos para cada parâmetro analisado durante campanha realizada no açude Pereira de Miranda em setembro de 2005.

TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)															
Profundidade (m)	Hora da Coleta													MÉDIA	DP
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00		
1	28,61	29,03	28,26	28,71	28,67	28,67	28,57	28,43	28,27	28,10	27,95	28,03	28,05	28,41	0,329
2	28,24	29,01	28,83	28,72	28,77	28,68	28,55	28,44	28,06	27,95	27,95	28,03	28,05	28,41	0,377
3	28,14	28,94	28,84	28,68	28,73	28,67	28,35	28,31	27,98	27,93	27,91	27,97	28,03	28,34	0,381
4	28,13	28,86	28,85	28,68	28,71	28,47	28,03	27,98	27,94	27,88	27,79	27,91	28,01	28,25	0,401
5	28,12	28,13	28,80	28,62	28,70	28,32	27,92	27,86	27,82	27,78	27,74	27,87	28,00	28,13	0,368
6	28,12	27,77	28,77	28,55	28,51	28,22	27,88	27,71	27,74	27,73	27,73	27,80	27,93	28,04	0,366
7	27,81	27,72	27,87	28,55	28,25	28,05	27,81	27,69	27,64	27,72	27,71	27,77	27,84	27,88	0,260
8	27,73	27,62	27,70	28,53	27,73	27,78	27,76	27,68	27,63	27,67	27,68	27,72	27,73	27,77	0,234
9	27,64	27,62	27,64	27,94	27,65	27,64	27,57	27,56	27,61	27,62	27,66	27,68	27,69	27,66	0,093
10	27,51	27,55	27,61	27,65	27,63	27,53	27,45	27,48	27,56	27,61	27,65	27,65	27,68	27,58	0,073
11	27,47	27,54	27,46	27,60	27,56	27,44	27,37	27,50	27,48	27,59	27,58	27,50	27,46	27,50	0,067
12	27,43	27,49	27,38	27,48	27,44	27,38	27,37	27,48	27,42	27,47	27,47	27,42	27,40	27,43	0,042
13	27,40	27,50	27,30	27,39	27,32	27,32	27,34	27,39	27,38	27,41	27,40	27,36	27,39	27,38	0,052
14	27,28	27,36	27,26	27,30	27,26	27,29	27,32	27,35	27,34	27,34	27,36	27,32	27,37	27,32	0,038
15	27,26	27,29	27,26	27,25	27,25	27,26	27,30	27,30	27,31	27,30	27,30	27,30	27,33	27,29	0,026
16	27,28	27,25	27,25	27,29	27,25	27,27	27,30	27,29	27,28	27,29	27,31	27,30	27,30	27,28	0,021
MÉDIA	27,76	27,92	27,94	28,06	27,96	27,87	27,74	27,72	27,65	27,65	27,64	27,66	27,70	MÉDIA TOTAL	27,79
DES. PAD.	0,42	0,65	0,66	0,61	0,62	0,56	0,44	0,39	0,29	0,24	0,22	0,27	0,29	MÍNIMO TOTAL	27,25
MÍNIMO	27,26	27,25	27,25	27,25	27,25	27,26	27,30	27,29	27,28	27,29	27,30	27,30	27,30	MÁXIMO TOTAL	29,03
MÁXIMO	28,61	29,03	28,85	28,72	28,77	28,68	28,57	28,44	28,27	28,10	27,95	28,03	28,05	D. P. TOTAL	0,47

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (µS/cm)															
Profundidade (m)	Hora da Coleta													MÉDIA	DP
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00		
1	555,0	559,0	558,0	557,0	557,0	556,0	555,0	554,0	553,0	551,0	550,0	550,0	551,0	554,31	3,093
2	551,0	559,0	558,0	557,0	557,0	556,0	555,0	554,3	551,0	550,0	550,0	550,0	551,0	553,79	3,398
3	551,0	558,0	558,0	556,0	557,0	556,0	553,0	553,0	550,0	550,0	549,0	550,0	550,0	553,15	3,412
4	551,0	559,0	558,0	556,0	557,0	555,0	550,0	550,0	550,0	549,0	549,0	549,0	550,0	552,54	3,821
5	550,0	551,0	558,0	556,0	557,0	553,0	550,0	549,0	549,0	548,0	548,0	549,0	550,0	551,38	3,477
6	551,0	548,0	557,0	555,0	555,0	552,0	549,0	548,0	548,0	548,0	548,0	549,0	550,0	550,62	3,176
7	548,0	548,0	549,0	555,0	553,0	551,0	549,0	548,0	548,0	548,0	548,0	548,0	549,0	549,38	2,256
8	548,0	547,0	548,0	555,0	548,0	549,0	548,0	548,0	548,0	548,0	548,0	549,0	548,0	548,62	1,981
9	548,0	547,0	547,0	550,0	548,0	548,0	547,0	547,0	548,0	548,0	548,0	548,0	548,0	547,85	0,801
10	546,0	547,0	547,0	548,0	547,0	547,0	547,0	547,0	547,0	548,0	548,0	548,0	548,0	547,31	0,630
11	546,0	547,0	547,0	547,0	547,0	547,0	546,0	547,0	547,0	548,0	548,0	547,0	547,0	547,00	0,577
12	547,0	546,0	546,0	547,0	547,0	547,0	546,0	547,0	547,0	547,0	547,0	547,0	548,0	546,85	0,555
13	547,0	546,0	546,0	547,0	546,0	546,0	546,0	546,0	547,0	547,0	547,0	547,0	548,0	546,62	0,650
14	545,0	546,0	546,0	546,0	545,0	546,0	546,0	546,0	546,0	546,0	547,0	546,0	547,0	546,00	0,577
15	545,0	545,0	545,0	546,0	546,0	546,0	546,0	546,0	546,0	547,0	547,0	546,0	546,0	545,92	0,641
16	550,0	545,0	546,8	548,0	546,0	546,0	546,0	547,0	547,0	548,0	547,0	546,0	548,0	546,98	1,292
MÉDIA	548,69	549,88	550,93	551,63	550,81	550,06	548,69	548,58	548,25	548,19	548,06	548,06	548,69	MÉDIA TOTAL	549,27
DES. PAD.	2,75	5,48	5,60	4,51	5,01	4,02	3,18	2,80	1,91	1,28	1,00	1,44	1,49	MÍNIMO TOTAL	545,00
MÍNIMO	545,00	545,00	545,00	546,00	545,00	546,00	546,00	546,00	546,00	546,00	547,00	546,00	546,00	MÁXIMO TOTAL	559,00
MÁXIMO	555,00	559,00	558,00	557,00	557,00	556,00	555,00	554,30	553,00	551,00	550,00	550,00	551,00	D. P. TOTAL	3,60

pH															
Profundidade (m)	Hora da Coleta													MÉDIA	DP
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00		
1	8,64	9,09	9,07	9,08	9,12	9,04	9,07	8,96	8,95	8,87	8,76	8,84	8,86	8,95	0,148
2	8,87	9,07	9,07	9,08	9,13	9,04	9,08	8,96	8,78	8,59	8,77	8,82	8,86	8,93	0,164
3	8,83	9,06	9,07	9,07	9,11	9,03	8,93	8,85	8,64	8,58	8,68	8,76	8,85	8,88	0,180
4	8,80	9,05	9,08	9,05	9,09	8,92	8,78	8,59	8,62	8,55	8,52	8,70	8,82	8,81	0,210
5	8,79	8,98	9,07	9,02	9,07	8,87	8,58	8,52	8,55	8,51	8,44	8,64	8,77	8,75	0,230
6	8,77	9,37	9,04	8,99	9,00	8,74	8,50	8,30	8,42	8,40	8,39	8,51	8,74	8,71	0,322
7	8,42	8,18	8,40	8,97	8,79	8,56	8,40	8,21	8,24	8,32	8,35	8,46	8,60	8,45	0,229
8	8,18	8,10	8,26	8,96	8,28	8,26	8,30	8,16	8,16	8,24	8,31	8,13	8,31	8,28	0,216
9	8,03	8,09	8,14	8,69	8,13	8,07	8,00	8,01	8,11	8,16	8,25	8,15	8,20	8,16	0,176
10	7,95	8,00	8,02	8,15	8,08	7,90	7,87	7,90	8,01	8,08	8,20	8,12	8,17	8,03	0,109
11	7,88	7,95	7,85	8,05	7,98	7,76	7,82	7,87	7,84	7,98	7,93	7,84	7,83	7,89	0,081
12	7,77	7,91	7,76	7,85	7,82	7,70	7,84	7,83	7,77	7,83	7,79	7,72	7,74	7,79	0,059
13	7,73	7,92	7,73	7,76	7,78	7,70	7,84	7,78	7,76	7,77	7,72	7,70	7,71	7,76	0,062
14	7,69	7,76	7,73	7,73	7,72	7,72	7,81	7,79	7,77	7,73	7,71	7,68	7,71	7,73	0,038
15	7,66	7,72	7,70	7,68	7,69	7,68	7,81	7,74	7,72	7,65	7,63	7,66	7,71	7,70	0,046
16	7,19	7,69	7,60	7,29	7,62	7,30	7,82	7,52	7,57	7,48	7,37	7,46	7,54	7,50	0,175
MÉDIA	8,20	8,37	8,35	8,46	8,40	8,27	8,28	8,19	8,18	8,17	8,18	8,20	8,28	MÉDIA TOTAL	8,27
DES. PAD.	0,53	0,61	0,61	0,65	0,61	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,43	0,48	0,51	MÍNIMO TOTAL	7,19
MÍNIMO	7,19	7,69	7,60	7,29	7,62	7,30	7,81	7,52	7,57	7,48	7,37	7,46	7,54	MÁXIMO TOTAL	9,37
MÁXIMO	8,87	9,37	9,08	9,08	9,13	9,04	9,08	8,96	8,95	8,87	8,77	8,84	8,86	D. P. TOTAL	0,52

POTENCIAL DE ELETRODO (Eh)															
Profundidade (m)	Hora da Coleta													MÉDIA	DP
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00		
1	-55,80	-45,90	-55,90	-94,70	-93,90	-84,30	-88,70	-84,50	-90,40	-86,10	-96,10	-93,70	-89,90	-81,53	17,109
2	-53,00	-47,60	-55,50	-86,30	-92,80	-84,70	-89,30	-84,50	-87,40	-83,70	-97,70	-92,30	-89,90	-80,36	16,685
3	-51,60	-47,60	-54,90	-83,30	-90,70	-84,50	-87,60	-83,50	-86,50	-83,90	-99,10	-91,50	-90,00	-79,59	16,719
4	-51,50	-48,00	-53,60	-79,40	-89,60	-83,10	-87,80	-81,00	-87,00	-82,20	-100,00	-91,10	-89,00	-78,72	16,668
5	-51,30	-48,50	-54,30	-78,70	-88,70	-82,70	-86,70	-81,20	-87,50	-81,70	-102,10	-89,00	-88,30	-78,52	16,523
6	-51,20	-48,60	-56,10	-77,70	-86,00	-81,30	-88,50	-79,60	-89,60	-81,50	-104,10	-87,60	-87,90	-78,44	16,497
7	-47,80	-51,30	-48,00	-75,30	-84,60	-80,10	-89,50	-80,60	-90,80	-81,40	-106,60	-87,30	-87,20	-77,73	17,988
8	-46,00	-52,20	-52,50	-74,40	-86,30	-79,80	-91,20	-80,10	-93,80	-82,00	-110,00	-86,70	-85,60	-78,51	18,311
9	-45,80	-53,40	-53,90	-75,40	-88,90	-79,90	-91,30	-80,50	-96,40	-82,20	-114,80	-87,80	-88,00	-79,87	19,140
10	-45,60	-54,60	-54,30	-77,90	-89,10	-81,10	-91,10	-80,90	-101,60	-82,40	-121,40	-88,00	-88,80	-81,29	20,428
11	-46,10	-55,20	-53,70	-81,10	-89,20	-82,30	-91,40	-82,40	-106,10	-83,20	-128,20	-88,60	-89,20	-82,82	21,895
12	-45,90	-55,30	-53,00	-83,00	-90,50	-83,20	-91,80	-82,30	-110,50	-83,10	-135,10	-89,20	-91,50	-84,18	23,701
13	-47,60	-55,30	-52,90	-83,30	-90,90	-83,20	-92,20	-82,40	-114,00	-83,20	-147,60	-89,70	-92,50	-85,75	26,212
14	-47,40	-55,60	-52,50	-83,00	-91,30	-83,00	-93,10	-82,40	-122,00	-84,10	-154,90	-89,70	-92,40	-87,03	28,480
15	-47,60	-56,00	-52,50	-82,50	-91,40	-82,50	-94,70	-82,20	-137,00	-84,10	-170,00	-89,70	-92,20	-89,42	33,168
16	-292,30	-56,10	-115,60	-299,30	-250,20	-248,50	-95,00	-180,40	-158,90	-160,90	-273,60	-168,10	-162,50	-189,34	77,499
MÉDIA	-64,16	-51,95	-57,45	-94,71	-99,63	-92,76	-90,62	-88,03	-103,72	-87,86	-128,83	-94,38	-94,06	MÉDIA TOTAL	-88,32
DES. PAD.	60,92	3,68	15,62	54,79	40,23	41,56	2,46	24,67	20,74	19,52	44,65	19,75	18,36	MÍNIMO TOTAL	-299,3
MÍNIMO	-292,30	-56,10	-115,60	-299,30	-250,20	-248,50	-95,00	-180,40	-158,90	-160,90	-273,60	-168,10	-162,50	MÁXIMO TOTAL	-45,60
MÁXIMO	-45,60	-45,90	-48,00	-74,40	-84,60	-79,80	-86,70	-79,60	-86,50	-81,40	-96,10	-86,70	-85,60	D. P. TOTAL	37,88

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)															
Profundidade (m)	Hora da Coleta													MÉDIA	DP
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00		
1	6,96	9,28	7,16	7,49	7,68	8,01	6,69	7,20	6,40	6,91	5,78	6,61	7,12	7,18	0,852
2	6,79	8,88	7,11	7,64	7,65	8,05	6,79	7,66	5,82	6,42	5,81	6,68	7,06	7,10	0,871
3	6,63	8,49	7,26	7,74	7,57	7,90	6,45	7,40	5,49	6,55	5,71	6,60	6,96	6,98	0,860
4	6,50	8,02	7,04	7,82	7,43	7,69	6,17	6,83	5,50	6,18	5,43	6,44	6,87	6,76	0,833
5	6,49	7,55	7,04	7,61	7,38	7,65	5,73	6,70	5,68	6,34	5,11	6,29	6,70	6,64	0,808
6	6,26	5,86	6,96	7,45	6,95	7,29	5,84	6,18	5,58	5,87	5,11	5,96	6,66	6,31	0,704
7	5,55	6,39	5,43	7,19	6,27	6,61	5,79	6,15	5,32	5,70	5,09	5,87	6,43	5,98	0,591
8	5,06	5,15	5,44	7,00	5,14	5,62	5,72	5,81	5,15	5,35	5,08	4,99	5,69	5,48	0,538
9	4,65	4,99	5,42	6,24	4,92	5,32	4,96	5,50	5,08	5,10	5,07	4,91	5,45	5,20	0,398
10	4,67	4,76	5,33	5,09	4,82	4,66	5,04	5,11	5,30	4,98	5,01	4,80	5,29	4,99	0,234
11	4,53	4,62	5,36	4,91	4,65	4,28	5,08	4,76	4,91	4,60	4,60	3,80	4,04	4,63	0,416
12	4,06	4,45	5,30	4,33	4,08	3,94	5,29	4,59	4,88	3,83	4,47	3,23	3,79	4,33	0,599
13	3,90	4,50	5,45	4,11	4,13	4,02	5,35	4,42	4,66	3,81	4,20	3,30	3,71	4,27	0,612
14	3,95	3,97	5,46	4,12	3,99	4,13	5,38	4,40	5,14	3,72	4,37	4,19	3,75	4,35	0,594
15	3,83	3,98	5,50	3,92	3,80	3,65	5,41	4,24	5,12	3,25	4,23	2,99	3,71	4,13	0,778
16	3,39	3,81	5,54	3,14	3,69	3,17	5,47	3,11	4,36	2,56	3,91	2,28	2,39	3,60	1,039
MÉDIA	5,20	5,92	6,05	5,99	5,63	5,75	5,70	5,63	5,27	5,07	4,94	4,93	5,35	MÉDIA TOTAL	5,50
DES. PAD.	1,24	1,91	0,84	1,69	1,58	1,81	0,57	1,32	0,48	1,32	0,59	1,48	1,56	MINIMO TOTAL	2,28
MÍNIMO	3,39	3,81	5,30	3,14	3,69	3,17	4,96	3,11	4,36	2,56	3,91	2,28	2,39	MÁXIMO TOTAL	9,28
MÁXIMO	6,96	9,28	7,26	7,82	7,68	8,05	6,79	7,66	6,40	6,91	5,81	6,68	7,12	D. P. TOTAL	1,36

M.E.S (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	0,952	5,000	13,636	6,530	6,479
14:00	1,500	8,421	13,333	7,751	5,945
16:00	4,400	3,500	14,400	7,433	6,050
18:00	1,000	4,737	15,333	7,023	7,435
20:00	1,000	3,684	14,500	6,395	7,147
22:00	7,273	9,000	13,571	9,948	3,255
00:00	0,909	7,727	11,000	6,545	5,148
02:00	6,818	3,500	14,000	8,106	5,367
04:00	6,000	2,632	33,333	13,988	16,838
06:00	1,364	9,545	91,429	34,113	49,805
08:00	7,000	1,818	25,238	11,352	12,302
10:00	0,909	2,000	107,500	36,803	61,228
12:00	6,364	10,455	20,000	12,273	6,998
MÉDIA	3,499	5,540	29,790	MÉDIA TOTAL	12,943
MÍNIMO	0,909	1,818	11,000	MÍNIMO TOTAL	0,909
MÁXIMO	7,273	10,455	107,500	MÁXIMO TOTAL	107,500
DES. PADRÃO	2,795	3,066	31,681	D. PADRÃO TOTAL	21,651

Turbidez (NTU)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	9,300	11,800	15,100	12,067	2,909
14:00	7,400	18,700	17,400	14,500	6,183
16:00	7,300	13,200	11,100	10,533	2,991
18:00	8,500	10,500	17,900	12,300	4,952
20:00	7,600	10,000	19,100	12,233	6,067
22:00	7,900	11,800	16,100	11,933	4,102
00:00	8,100	12,700	13,200	11,333	2,811
02:00	8,200	9,300	19,200	12,233	6,058
04:00	8,100	8,300	18,900	11,767	6,178
06:00	8,100	13,100	18,100	13,100	5,000
08:00	8,800	8,200	14,000	10,333	3,190
10:00	7,600	8,100	14,300	10,000	3,732
12:00	7,800	7,000	19,800	11,533	7,170
MÉDIA	8,054	10,977	16,477	MÉDIA TOTAL	11,836
MÍNIMO	7,300	7,000	11,100	MÍNIMO TOTAL	7,000
MÁXIMO	9,300	18,700	19,800	MÁXIMO TOTAL	19,800
DES. PADRÃO	0,565	3,114	2,728	D. PADRÃO TOTAL	4,246

Hora de Coleta	Transparência da água (cm)
12:00	57,0
14:00	44,0
16:00	40,0
06:00	46,0
08:00	50,0
10:00	45,0
12:00	45,0
MÉDIA	46,71
MÍNIMO	40,00
MÁXIMO	57,00
DES. PADRÃO	5,41

NITROGÊNIO TOTAL (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	0,963	0,986	1,089	1,013	0,067
14:00	0,880	1,626	0,656	1,054	0,508
16:00	1,198	0,744	1,125	1,022	0,244
18:00	0,785	0,738	0,955	0,826	0,114
20:00	0,965	1,105	1,327	1,132	0,182
22:00	0,723	0,738	0,914	0,792	0,106
00:00	0,751	0,723	1,471	0,982	0,424
02:00	0,847	1,043	1,002	0,964	0,103
04:00	0,651	0,795	2,018	1,155	0,751
06:00	0,664	0,166	1,445	0,758	0,645
08:00	0,506	0,981	1,017	0,835	0,285
10:00	0,573	1,105	1,972	1,217	0,706
12:00	0,718	1,017	1,162	0,965	0,226
MÉDIA	0,786	0,905	1,242	MÉDIA TOTAL	0,978
MÍNIMO	0,506	0,166	0,656	MÍNIMO TOTAL	0,166
MÁXIMO	1,198	1,626	2,018	MÁXIMO TOTAL	2,018
DES. PADRÃO	0,185	0,331	0,400	D. PADRÃO TOTAL	0,367

NITROGÊNIO AMONÍACAL (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	ND	0,037	0,102	0,070	0,046
14:00	ND	0,078	0,134	0,106	0,040
16:00	ND	0,053	0,132	0,093	0,056
18:00	ND	0,001	0,124	0,062	0,087
20:00	ND	0,032	0,134	0,083	0,072
22:00	ND	0,010	0,120	0,065	0,077
00:00	ND	0,049	0,100	0,075	0,036
02:00	ND	0,037	0,123	0,080	0,061
04:00	ND	0,029	0,156	0,093	0,090
06:00	ND	0,019	0,141	0,080	0,087
08:00	ND	ND	0,152	0,152	0,000
10:00	ND	0,033	0,197	0,115	0,116
12:00	ND	0,053	0,160	0,106	0,076
MÉDIA	ND	0,036	0,137	MÉDIA TOTAL	0,088
MÍNIMO	ND	0,001	0,100	MÍNIMO TOTAL	0,001
MÁXIMO	ND	0,078	0,197	MÁXIMO TOTAL	0,197
DES. PADRÃO	ND	0,021	0,026	D. PADRÃO TOTAL	0,056

ND - Não detectado

Hora de Coleta	Nitrato (mg/L)
12:00	0,002
14:00	0,005
16:00	0,012
20:00	0,017
22:00	0,017
00:00	0,015
02:00	0,022
04:00	0,027
06:00	0,007
MÉDIA	0,014
MÍNIMO	0,002
MÁXIMO	0,027
DES. PADRÃO	0,008

NITRITO ($\mu\text{g/L}$)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	0,607	1,500	4,714	2,274	2,160
14:00	0,429	2,214	5,786	2,810	2,728
16:00	0,429	1,500	5,429	2,452	2,633
18:00	0,429	0,786	5,071	2,095	2,584
20:00	0,429	1,857	6,143	2,810	2,974
22:00	0,429	1,500	5,071	2,333	2,431
00:00	0,429	1,857	5,071	2,452	2,378
02:00	0,429	1,857	5,429	2,571	2,575
04:00	0,964	2,571	6,500	3,345	2,848
06:00	0,607	2,214	5,786	2,869	2,651
08:00	0,786	2,214	6,857	3,286	3,174
10:00	0,607	2,214	5,786	2,869	2,651
12:00	0,429	2,214	5,786	2,810	2,728
MÉDIA	0,538	1,885	5,648	MÉDIA TOTAL	2,690
MÍNIMO	0,429	0,786	4,714	MÍNIMO TOTAL	0,429
MÁXIMO	0,964	2,571	6,857	MÁXIMO TOTAL	6,857
DES. PADRÃO	0,172	0,472	0,611	D. PADRÃO TOTAL	2,235

FOSFATO DISSOLVIDO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	0,008	0,013	0,009	0,010	0,002
14:00	0,006	0,013	0,008	0,009	0,003
16:00	0,006	0,009	0,009	0,008	0,002
18:00	0,007	0,011	0,008	0,009	0,002
20:00	0,007	0,013	0,005	0,008	0,004
22:00	0,007	0,006	0,006	0,007	0,000
00:00	0,008	0,006	0,009	0,008	0,002
02:00	0,008	0,005	0,011	0,008	0,003
04:00	0,007	0,006	0,008	0,007	0,001
06:00	0,008	0,006	0,008	0,007	0,001
08:00	0,007	0,008	0,013	0,009	0,003
10:00	0,010	0,006	0,009	0,009	0,002
12:00	0,007	0,009	0,006	0,008	0,002
MÉDIA	0,007	0,009	0,008	MÉDIA TOTAL	0,008
MÍNIMO	0,006	0,005	0,005	MÍNIMO TOTAL	0,005
MÁXIMO	0,010	0,013	0,013	MÁXIMO TOTAL	0,013
DES. PADRÃO	0,001	0,003	0,002	D. PADRÃO TOTAL	0,002

FOSFATO TOTAL (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	0,034	0,027	0,051	0,037	0,012
14:00	0,027	0,030	0,042	0,033	0,008
16:00	0,034	0,016	0,046	0,032	0,015
18:00	0,027	0,032	0,035	0,031	0,004
20:00	0,029	0,048	0,037	0,038	0,010
22:00	0,026	0,087	0,046	0,053	0,031
00:00	0,019	0,035	0,046	0,034	0,014
02:00	0,027	0,032	0,048	0,036	0,011
04:00	0,030	0,042	0,083	0,052	0,028
06:00	0,029	0,034	0,138	0,067	0,062
08:00	0,029	0,030	0,050	0,036	0,012
10:00	0,026	0,029	0,156	0,070	0,074
12:00	0,026	0,071	0,048	0,048	0,022
MÉDIA	0,028	0,039	0,064	MÉDIA TOTAL	0,044
MÍNIMO	0,019	0,016	0,035	MÍNIMO TOTAL	0,016
MÁXIMO	0,034	0,087	0,156	MÁXIMO TOTAL	0,156
DES. PADRÃO	0,004	0,019	0,039	D. PADRÃO TOTAL	0,029

SILICA REATIVA (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	17,783	10,398	17,141	15,107	4,091
14:00	17,651	8,589	10,102	12,114	4,855
16:00	16,204	11,615	16,352	14,724	2,693
18:00	17,734	12,109	12,306	14,049	3,192
20:00	17,158	10,069	7,964	11,730	4,817
22:00	15,743	15,859	9,313	13,638	3,747
00:00	17,569	16,813	9,674	14,685	4,356
02:00	16,451	15,595	8,359	13,468	4,446
04:00	15,234	16,319	9,905	13,819	3,433
06:00	13,276	10,793	8,030	10,700	2,625
08:00	17,536	12,207	10,036	13,260	3,859
10:00	17,602	8,359	15,595	13,852	4,862
12:00	17,684	8,556	9,411	11,884	5,041
MÉDIA	16,740	12,098	11,091	MÉDIA TOTAL	13,310
MÍNIMO	13,276	8,359	7,964	MÍNIMO TOTAL	7,964
MÁXIMO	17,783	16,813	17,141	MÁXIMO TOTAL	17,783
DES. PADRÃO	1,344	3,085	3,217	D. PADRÃO TOTAL	3,613

FERRO TOTAL (mg/L)	
Hora de Coleta	Profundid
	16 m
12:00	0,159
14:00	0,164
16:00	0,164
18:00	0,148
20:00	0,305
22:00	0,108
00:00	0,164
02:00	0,159
04:00	0,221
06:00	0,047
08:00	0,063
10:00	0,075
12:00	0,086
MÉDIA	0,143
MÍNIMO	0,047
MÁXIMO	0,305
DES. PADRÃO	0,070

CÁLCIO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	17,60	14,40	17,60	16,53	1,85
14:00	19,20	14,40	19,20	17,60	2,77
16:00	19,20	14,40	16,00	16,53	2,44
18:00	19,20	16,00	16,00	17,07	1,85
20:00	19,20	17,60	17,60	18,13	0,92
22:00	19,20	14,40	17,60	17,07	2,44
00:00	20,80	16,00	17,60	18,13	2,44
02:00	19,20	14,40	17,60	17,07	2,44
04:00	19,20	14,40	17,60	17,07	2,44
06:00	20,80	17,60	19,20	19,20	1,60
08:00	19,20	12,80	16,00	16,00	3,20
10:00	20,80	17,60	17,60	18,67	1,85
12:00	19,20	17,60	12,80	16,53	3,33
MÉDIA	19,45	15,51	17,11	MÉDIA TOTAL	17,35
MÍNIMO	17,60	12,80	12,80	MÍNIMO TOTAL	12,80
MÁXIMO	20,80	17,60	19,20	MÁXIMO TOTAL	20,80
DES. PADRÃO	0,89	1,65	1,65	D. PADRÃO TOTAL	2,16

MAGNÉSIO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	17,28	16,32	16,32	16,64	0,55
14:00	16,32	17,28	16,32	16,64	0,55
16:00	17,28	11,52	14,40	14,40	2,88
18:00	15,36	16,32	15,36	15,68	0,55
20:00	17,28	17,28	17,28	17,28	0,00
22:00	16,32	19,20	17,28	17,60	1,47
00:00	15,36	13,44	17,28	15,36	1,92
02:00	17,28	17,28	15,36	16,64	1,11
04:00	16,32	10,56	14,40	13,76	2,93
06:00	15,36	13,44	16,32	15,04	1,47
08:00	17,28	9,60	13,44	13,44	3,84
10:00	16,32	16,32	18,24	16,96	1,11
12:00	16,32	15,36	11,52	14,40	2,54
MÉDIA	16,47	14,92	15,66	MÉDIA TOTAL	15,68
MÍNIMO	15,36	9,60	11,52	MÍNIMO TOTAL	9,60
MÁXIMO	17,28	19,20	18,24	MÁXIMO TOTAL	19,20
DES. PADRÃO	0,77	2,95	1,85	D. PADRÃO TOTAL	2,10

SÓDIO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	56,53	66,30	71,96	64,93	7,80
14:00	71,87	62,83	67,17	67,29	4,52
16:00	73,15	37,61	70,22	60,32	19,73
18:00	80,81	64,13	60,22	68,39	10,94
20:00	83,80	43,26	35,87	54,31	25,80
22:00	85,93	65,43	42,39	64,58	21,78
00:00	82,09	67,61	75,87	75,19	7,27
02:00	87,63	68,48	34,13	63,41	27,11
04:00	86,35	67,17	55,43	69,65	15,61
06:00	87,63	44,13	29,35	53,70	30,30
08:00	76,98	55,00	68,48	66,82	11,08
10:00	77,41	38,48	80,22	65,37	23,33
12:00	77,41	37,61	63,26	59,43	20,17
MÉDIA	79,04	55,23	58,04	MÉDIA TOTAL	64,11
MÍNIMO	56,53	37,61	29,35	MÍNIMO TOTAL	29,35
MÁXIMO	87,63	68,48	80,22	MÁXIMO TOTAL	87,63
DES. PADRÃO	8,59	12,92	17,11	D. PADRÃO TOTAL	16,86

POTÁSSIO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	5,04	5,53	6,26	5,61	0,61
14:00	6,90	4,80	5,53	5,74	1,06
16:00	7,27	1,53	5,89	4,90	3,00
18:00	7,64	5,17	5,17	5,99	1,43
20:00	7,27	2,62	1,89	3,93	2,92
22:00	8,01	5,17	2,62	5,27	2,70
00:00	7,27	5,53	6,62	6,47	0,88
02:00	7,64	5,89	1,53	5,02	3,15
04:00	7,27	5,53	4,07	5,62	1,60
06:00	7,27	2,62	1,17	3,69	3,19
08:00	7,64	4,44	5,89	5,99	1,60
10:00	7,27	2,26	5,89	5,14	2,59
12:00	7,64	1,89	4,44	4,66	2,88
MÉDIA	7,24	4,07	4,38	MÉDIA TOTAL	5,23
MÍNIMO	5,04	1,53	1,17	MÍNIMO TOTAL	1,17
MÁXIMO	8,01	5,89	6,62	MÁXIMO TOTAL	8,01
DES. PADRÃO	0,72	1,62	1,94	D. PADRÃO TOTAL	2,07

ALCALINIDADE TOTAL (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	80,80	68,68	76,76	75,41	6,17
14:00	76,76	74,74	82,82	78,11	4,20
16:00	80,80	62,62	66,66	70,03	9,55
18:00	80,80	74,74	72,72	76,09	4,20
20:00	76,76	78,78	72,72	76,09	3,09
22:00	84,84	70,70	82,82	79,45	7,65
00:00	76,76	68,68	80,80	75,41	6,17
02:00	80,80	74,74	70,70	75,41	5,08
04:00	88,88	56,56	76,76	74,07	16,33
06:00	80,80	70,70	74,74	75,41	5,08
08:00	72,72	50,50	64,64	62,62	11,25
10:00	80,80	40,40	86,86	69,35	25,26
12:00	72,72	70,70	52,52	65,31	11,13
MÉDIA	79,56	66,35	73,96	MÉDIA TOTAL	73,29
MÍNIMO	72,72	40,40	52,52	MÍNIMO TOTAL	40,40
MÁXIMO	88,88	78,78	86,86	MÁXIMO TOTAL	88,88
DES. PADRÃO	4,48	11,06	9,13	D. PADRÃO TOTAL	10,07

BICARBONATO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	78,86	64,07	93,65	78,86	14,79
14:00	73,93	81,33	101,04	85,43	14,01
16:00	49,29	66,54	81,33	65,72	16,03
18:00	29,57	71,47	88,72	63,25	30,42
20:00	44,36	66,54	88,72	66,54	22,18
22:00	83,79	46,82	101,04	77,22	27,70
00:00	14,79	64,07	98,58	59,15	42,11
02:00	78,86	81,33	86,25	82,15	3,76
04:00	78,86	39,43	93,65	70,65	28,03
06:00	78,86	76,40	91,18	82,15	7,92
08:00	78,86	51,75	78,86	69,82	15,65
10:00	49,29	39,43	105,97	64,90	35,91
12:00	69,00	76,40	64,07	69,82	6,20
MÉDIA	62,18	63,51	90,23	MÉDIA TOTAL	71,97
MÍNIMO	14,79	39,43	64,07	MÍNIMO TOTAL	14,79
MÁXIMO	83,79	81,33	105,97	MÁXIMO TOTAL	105,97
DES. PADRÃO	22,36	14,79	11,14	D. PADRÃO TOTAL	20,92

CARBONATO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	9,70	9,70	ND	9,70	0,00
14:00	9,70	4,85	ND	7,27	3,43
16:00	24,24	4,85	ND	14,54	13,71
18:00	33,94	9,70	ND	21,82	17,14
20:00	24,24	14,54	ND	19,39	6,86
22:00	9,70	19,39	ND	14,54	6,86
00:00	38,78	9,70	ND	24,24	20,57
02:00	9,70	4,85	ND	7,27	3,43
04:00	14,54	14,54	ND	14,54	0,00
06:00	9,70	4,85	ND	7,27	3,43
08:00	4,85	4,85	ND	4,85	0,00
10:00	24,24	4,85	ND	14,54	13,71
12:00	9,70	4,85	ND	7,27	3,43
MÉDIA	17,15	8,58	ND	MÉDIA TOTAL	12,87
MÍNIMO	4,85	4,85	ND	MÍNIMO TOTAL	4,85
MÁXIMO	38,78	19,39	ND	MÁXIMO TOTAL	38,78
DES. PADRÃO	10,77	4,91	ND	D. PADRÃO TOTAL	9,29

CLORETO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	117,96	81,97	97,97	99,30	18,03
14:00	113,96	105,97	109,97	109,97	4,00
16:00	107,97	77,98	93,97	93,30	15,01
18:00	113,96	95,97	93,97	101,30	11,01
20:00	111,97	99,97	105,97	105,97	6,00
22:00	119,96	103,97	113,96	112,63	8,08
00:00	113,96	97,97	107,97	106,63	8,08
02:00	113,96	105,97	111,97	110,63	4,16
04:00	109,97	65,98	105,97	93,97	24,32
06:00	115,96	81,97	111,97	103,30	18,58
08:00	113,96	57,98	93,97	88,64	28,37
10:00	115,96	93,97	111,97	107,30	11,72
12:00	109,97	87,97	69,98	89,31	20,03
MÉDIA	113,81	89,05	102,28	MÉDIA TOTAL	101,71
MÍNIMO	107,97	57,98	69,98	MÍNIMO TOTAL	57,98
MÁXIMO	119,96	105,97	113,96	MÁXIMO TOTAL	119,96
DES. PADRÃO	3,31	15,24	12,27	D. PADRÃO TOTAL	15,14

SULFATO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	11,41	12,93	13,43	12,59	1,05
14:00	10,71	11,52	13,94	12,05	1,68
16:00	11,11	10,40	12,83	11,45	1,25
18:00	10,51	10,30	13,23	11,35	1,64
20:00	10,81	10,91	11,52	11,08	0,38
22:00	11,21	10,51	12,63	11,45	1,08
00:00	10,71	11,52	13,33	11,85	1,35
02:00	10,71	12,02	13,23	11,99	1,26
04:00	10,81	11,31	14,14	12,09	1,80
06:00	10,61	12,93	13,43	12,32	1,51
08:00	11,11	12,63	14,04	12,59	1,46
10:00	11,92	12,22	13,43	12,53	0,80
12:00	11,52	11,52	12,83	11,95	0,76
MÉDIA	11,01	11,59	13,23	MÉDIA TOTAL	11,95
MÍNIMO	10,51	10,30	11,52	MÍNIMO TOTAL	10,30
MÁXIMO	11,92	12,93	14,14	MÁXIMO TOTAL	14,14
DES. PADRÃO	0,42	0,91	0,69	D. PADRÃO TOTAL	1,17

CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO (mg/L)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	1,16	0,58	5,23	2,32	2,53
14:00	0,58	1,16	0,58	0,77	0,34
16:00	1,16	2,32	1,74	1,74	0,58
18:00	0,58	1,16	1,16	0,97	0,34
20:00	2,32	1,16	1,16	1,55	0,67
22:00	2,32	0,58	4,36	2,42	1,89
00:00	0,58	1,16	2,32	1,36	0,89
02:00	3,49	1,16	2,91	2,52	1,21
04:00	1,16	2,32	1,16	1,55	0,67
06:00	2,32	2,32	2,91	2,52	0,34
08:00	1,16	3,49	1,74	2,13	1,21
10:00	1,16	3,49	6,39	3,68	2,62
12:00	1,16	3,49	6,97	3,87	2,92
MÉDIA	1,47	1,88	2,97	MÉDIA TOTAL	2,11
MÍNIMO	0,58	0,58	0,58	MÍNIMO TOTAL	0,58
MÁXIMO	3,49	3,49	6,97	MÁXIMO TOTAL	6,97
DES. PADRÃO	0,88	1,09	2,12	D. PADRÃO TOTAL	1,56

CLOROFILA <i>a</i> (mg/m ³)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	6,35	31,77	13,08	17,07	13,17
14:00	-	25,42	13,08	19,25	8,72
16:00	-	28,41	13,71	21,06	10,40
18:00	-	35,51	10,84	23,18	17,44
20:00	8,97	30,65	5,61	15,08	13,59
22:00	1,87	26,91	11,96	13,58	12,60
00:00	2,24	30,65	11,21	14,70	14,52
02:00	-	28,78	12,34	20,56	11,63
04:00	1,50	18,32	10,47	10,09	8,42
06:00	2,24	26,54	14,20	14,33	12,15
08:00	9,35	19,44	8,22	12,34	6,18
10:00	4,11	14,95	20,21	13,09	8,21
12:00	5,98	17,94	7,48	10,47	6,52
MÉDIA	4,73	25,79	11,72	MÉDIA TOTAL	15,15
MÍNIMO	1,50	14,95	5,61	MÍNIMO TOTAL	1,50
MÁXIMO	9,35	35,51	20,21	MÁXIMO TOTAL	35,51
DES. PADRÃO	3,06	6,26	3,61	D. PADRÃO TOTAL	9,86

FEOFITINA a (mg/m ³)					
Hora de Coleta	Profundidades			MÉDIA	DES. PADRÃO
	2 m	9 m	16 m		
12:00	45,72	5,12	3,66	18,17	23,87
14:00	45,08	5,46	4,19	18,24	23,25
16:00	50,20	5,35	3,74	19,76	26,37
18:00	44,67	2,17	4,34	17,06	23,94
20:00	46,24	4,67	2,50	17,81	24,65
22:00	50,20	4,22	1,91	18,78	27,24
00:00	44,59	5,20	4,49	18,09	22,95
02:00	59,32	2,35	4,41	22,03	32,31
04:00	46,65	4,19	17,53	22,79	21,71
06:00	50,09	6,17	53,83	36,69	26,50
08:00	46,65	9,87	9,57	22,03	21,32
10:00	51,36	6,24	95,42	51,01	44,59
12:00	52,37	4,30	7,18	21,28	26,96
MÉDIA	48,70	5,02	16,37	MÉDIA TOTAL	23,36
MÍNIMO	44,59	2,17	1,91	MÍNIMO TOTAL	1,91
MÁXIMO	59,32	9,87	95,42	MÁXIMO TOTAL	95,42
DES. PADRÃO	4,18	1,91	27,51	D. PADRÃO TOTAL	24,44