

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

F363d

Fernandes, Ana Lúcia Maia

Dinâmica nictemeral e vertical da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa, semi-árido paraibano [manuscrito] / Ana Lúcia Maia Fernandes. – 2010.

32 f. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2010.

“Orientação: Profa. Dra. Célia Regina Diniz, Departamento de Enfermagem”

1. Qualidade da Água. 2. Processos de Estratificação e Mistura. 3. Análise da Água. 4. Ciclos Nictemerais I. Título.

21. ed. CDD 628.16

ANA LÍGIA MAIA FERNANDES

**DINÂMICA NICTEMERAL E VERTICAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO
AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Data da Aprovação

17/dezembro/2010

BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Célia Regina Diniz

Presidente (Orientadora) - UEPB



Prof.ª MSc. Janiele da Costa de França

Examinador Interno - UEPB



Prof.º MSc. Gilberto Queiroz de Lima Filho

Examinador Externo



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENFERMAGEM**

ANA LÍGIA MAIA FERNANDES

**DINÂMICA NICTEMERAL E VERTICAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO
AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Grande Área: **Ecologia**

Sub-Área: **Ecologia de Ecossistemas**

Campina Grande

2010

ANA LÍGIA MAIA FERNANDES

**DINÂMICA NICTEMERAL E VERTICAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO
AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao
Departamento de Enfermagem,
em cumprimento das
exigências para obtenção do
título de Licenciada e
Bacharela em Enfermagem
pela Universidade Estadual da
Paraíba - UEPB.

Orientadora: Profa. Dra. CÉLIA REGINA DINIZ

Campina Grande
2010

ANA LÍGIA MAIA FERNANDES

**DINÂMICA NICTEMERAL E VERTICAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO
AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Data da Aprovação

___/dezembro/2010

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Célia Regina Diniz

Presidente (Orientadora) - UEPB

Prof.^a MSc. Janiele da Costa de França

Examinador Interno - UEPB

Prof.^o MSc. Gilberto Queiroz de Lima Filho

Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico à Deus por todas as oportunidades, e por estar sempre ao meu lado na realização de cada sonho, e todos os meus anjos que durante minha trajetória acadêmica me guiaram e iluminaram.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Célia Regina Diniz, mulher sábia e admirável, pelo incentivo, presteza e paciência durante todas as orientações.

Ao meu esposo Luís Gustavo Pereira de M. Delgado, pelo companheirismo e grandioso amor dedicado a mim.

À Francisco Maia Fernandes e Ana Maria Maia Fernandes, pais que não mediram esforços para o incentivo aos estudos.

À minha grande irmã, Flávia Maia Fernandes Guimarães, pelas valiosas críticas e sugestões durante toda a minha vida.

À Jossana de Paiva Sales, colega acadêmica e amiga incondicional.

Ao LEAQ – Laboratório de Análises Aquáticas – UEPB/UFRN e toda a sua equipe, por ter disponibilizado estrutura, material e recurso humano para as coletas e análises utilizadas neste estudo.

RESUMO

DINÂMICA NICTEMERAL E VERTICAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, SEMI-ÁRIDO PARAIBANO

O estudo dos reservatórios aquáticos da região tropical em um curto espaço de tempo pode informar de modo mais abrangente as alterações ocorridas neste em relação as alterações entre estações. O objetivo do estudo foi analisar as variações nictemeraias (24 horas) e verticais da qualidade da água, durante os períodos de seca (fevereiro de 2009) e de chuva (junho de 2009) no açude Epitácio Pessoa, PB. Foram analisados: temperatura da água, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, cloretos, alcalinidade e dureza, nas profundidades de 100%, 50%, 1% e 0% de intensidade luminosa. Houve microestratificações térmicas diurnas com maiores valores na superfície da água. Nos períodos noturnos, houve mistura da coluna d'água. Os valores de turbidez, foram crescentes com a profundidade e no período noturno. Os valores médios de pH variaram entre 8,03 e 7,92, com menores valores nas chuvas, e maiores na superfície e durante o horário iluminado do dia. A alcalinidade não apresentou comportamento vertical definido. A condutividade elétrica (CE) foi mais elevada na estiagem e a noite, com média de 512,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sem apresentar padrão vertical definido. O oxigênio dissolvido apresentou perfil clinogrado, com maiores concentrações médias na superfície da água e nos horários de luz. Os maiores valores de dureza ocorreram na seca. Não houve um padrão vertical definido da dureza semelhantemente a alcalinidade e a condutividade elétrica. Durante as campanhas nictemeraias, as estratificações térmicas e químicas ocorreram durante o dia e mistura no período noturno. Nos períodos secos o aumento das espécies químicas se refletiu em aumentos da condutividade elétrica. Nos eventos de chuvas, a turbidez foi mais elevada pelo transporte de materiais acumulados na bacia de drenagem. Com isso observou-se que devido ao possível carreamento pelas águas da chuva de esgotos domésticos e industriais e outros dejetos para dentro do reservatório, a água do açude Epitácio Pessoa teve sua qualidade alterada no período de chuva devido o aumento dos cloretos e da turbidez.

Palavras-chave: Qualidade de água. Ciclos nictemeraias. Processos de estratificação e mistura.

SUMÁRIO

1	LISTA DE FIGURAS E TABELAS	08
2	INTRODUÇÃO	09
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
5	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	19
6	CONCLUSÕES	28
	REFERÊNCIAS	29

1 LISTA DE FIGURAS E TABELAS

- Figura 4.1 Vista parcial do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), Pb. **Pág.: 17**
- Quadro 4.1 Parâmetros físicos e químicos e metodologias de avaliação no estudo do açude Epitácio Pessoa, PB. **Pág.: 18**
- Figura 5.1 Variação vertical/nictemeral da temperatura da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 20**
- Figura 5.2 Variação vertical/nictemeral da turbidez da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 21**
- Figura 5.3 Variação vertical/nictemeral do pH da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 23**
- Figura 5.4 Variação vertical/nictemeral da alcalinidade da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 24**
- Figura 5.5 Variação vertical/nictemeral da condutividade elétrica no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 25**
- Figura 5.6 Variação vertical/nictemeral do oxigênio dissolvido no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 26**
- Figura 5.7 Variação vertical/nictemeral da dureza da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.: 27**
- Figura 5.8 Variação vertical/nictemeral dos cloretos da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia). **Pág.:27**

2 INTRODUÇÃO

A qualidade e a conservação dos corpos aquáticos tem se tornado primordial para o desenvolvimento econômico e social de um país, mais até do que da quantidade de água disponível. O simples monitoramento ambiental é importante e traz informação sobre a qualidade das águas no tocante à legislação vigente e enquadramento do recurso hídrico em questão. Porém, medidas para prevenção e controle da poluição são dependentes do conhecimento do comportamento dos poluentes nos corpos aquáticos.

Os reservatórios são ecossistemas dinâmicos onde as concentrações de variáveis físicas, químicas, biológicas e microbiológicas são alteradas no tempo e no espaço. Por serem parte de uma bacia hidrográfica, os reservatórios são receptores dos impactos das atividades que nela se desenvolvem, sendo os de natureza humana os mais agressivos.

Tratando das conseqüências ocorridas na água após intervenção humana Mota (2000) lista as conseqüências negativas da poluição hídrica, ocasionando desequilíbrios ecológicos no meio aquático. Afirma que a proliferação excessiva de microalgas causa danos como sabor, odor, toxidez, turbidez, cor, matéria orgânica e redução de oxigênio.

Os estudos de parâmetros físico-químicos e microbiológicos das variações em curto período de tempo e ao longo da coluna d'água, aliados aos estudos morfométricos e climáticos são fundamentais no entendimento dos padrões de comportamento da qualidade da água e dos processos que os produzem, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos de resposta do sistema aos estímulos internos e externos em curtos períodos de tempo. As oscilações periódicas são resultantes não só dos ciclos de luz/escuro, que afetam as atividades dos organismos, mas a ação dos fatores climatológicos sobre a estrutura vertical do sistema, que sofre periódicas reorganizações, e é fundamental conhecer os ciclos destas reorganizações e seus principais efeitos.

Sob condições de laboratório, já foi demonstrado que mudanças nas condições ambientais em amplitudes iguais às verificadas em variações diurnas, podem promover grandes mudanças na fisiologia das células.

Inúmeros trabalhos de variações diurnas de fatores ambientais já foram realizados em regiões temperadas. Entretanto, em regiões tropicais poucos foram os trabalhos realizados.

Neste sentido, foi realizado um estudo no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), para analisar a flutuação nictemeral (24 horas) e vertical de parâmetros físicos e químicos e sua influência na qualidade da água durante o período de seca e de chuva, na busca de subsídios para a compreensão da dinâmica deste açude e para o planejamento do gerenciamento de ecossistemas aquáticos do semi-árido paraibano.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A água representa um recurso vital para o desenvolvimento, tanto em quantidade como em qualidade, tornando-se um dos principais fatores limitantes ao crescimento social e econômico em regiões do mundo onde é escassa. A explosão demográfica e o desenvolvimento industrial vêm acelerando os impactos ambientais sobre os recursos hídricos, degradando sua qualidade e, em conseqüência, sua disponibilidade aos diversos usos.

Os lagos e os reservatórios apresentam gradientes físicos e químicos muito acentuados, no eixo vertical, promovendo mudanças temporais (diárias, estacionais e anuais). Tais mudanças apresentam-se mais acentuadas quando considera-se os fatores bióticos, como movimento dos indivíduos, velocidade de multiplicação das espécies, bem como predação. Por essas razões, não se deve esperar uma distribuição homogênea das populações aquáticas. O estudo da variação nictemeral em períodos de curta duração em ecossistemas aquáticos é de suma importância para o entendimento da ocorrência da transferência de energia para os compartimentos tróficos superiores (RAMOS; MELO; LIMA, 2008).

Nos ecossistemas aquáticos tropicais, o modelo de comportamento sazonal, onde o ciclo compreende um ano, não é suficiente para perceber todas as atividades metabólicas que ocorrem no seu interior. Nesses ambientes, faz-se necessário conhecer também as variações físicas, químicas e biológicas num curto espaço de tempo e ao longo da coluna de água (DINIZ et al., 2002).

Os corpos aquáticos tropicais, não estão sujeitos a variações climáticas sazonais pronunciadas, pois as estações do ano são caracterizadas principalmente por regimes de chuva e seca, a temperatura é elevada e constante, quase não apresentando modificações anuais, sendo a diferença entre o dia e a noite muitas vezes maior que a anual (BURGIS, 1969; TALLING, 1969; HARDY; ROBERTSON; KOSTE, 1984). A maior oscilação anual observa-se nas regiões temperadas, que apresentam as quatro estações do ano.

A homogeneidade estacional relativa das características climáticas tropicais permite supor que estudos de qualidade de água que abordam variações em curto espaço de tempo também são importantes, pois podem detectar os rápidos padrões de variação das espécies físicas e químicas e das comunidades planctônicas, que

ocorrem num mesmo dia e entre as épocas de estiagem e de chuvas, que seriam subestimadas se fossem efetuados apenas estudos temporais (BARBOSA; TORRES; COUTINHO, 1988).

A temperatura da água, nos estudos nictemerais, tem importância fundamental, pois sua variação influencia nos padrões de heterogeneidade espacial, produzindo gradientes de densidade. Quando ocorre a formação de estratos com distintas densidades, diz-se que o ambiente encontra-se estratificado. A estratificação térmica pode interferir na distribuição dos nutrientes e demais compostos químicos, como sobre os organismos planctônicos de toda a coluna d'água, pois os estratos freqüentemente estão diferenciados física, química e biologicamente.

Os padrões de estratificação da coluna d'água são muito variáveis, porque além dos fatores climatológicos, fatores inerentes ao próprio ecossistema têm importante papel (WETZEL, 1981, ESTEVES, 1998).

Nos corpos aquáticos de regiões tropicais, os fenômenos de estratificação são diferentes de regiões temperadas. Nestes ambientes é comum a estratificação e mistura ocorrerem diariamente (ESTEVES, 1998).

Ao estudar as condições térmicas, de açudes paraibanos, Wright verificou ciclos diários de estratificação e mistura (WRIGHT, 1981).

Ganf e Viner (1973), consideram que as estratificações ocorridas durante o dia, seguidas de um resfriamento noturno, causam a quebra de termoclinas e provoca uma mistura completa ou parcial da massa de água. Isso pode ser explicado porque a estratificação térmica é o resultado da absorção do calor da radiação solar em ritmo mais acelerado que a difusão vertical e sua estabilidade é avaliada pela resistência a movimentos de circulação (WETZEL, 1981).

A estratificação tem sido mais observada durante o período de maior intensidade luminosa e nas horas noturnas é mais freqüente a desestratificação. Estudos realizados por Diniz et al. (2006) nos açudes Epitácio Pessoa e Bodocongó, mostraram padrões diários de estratificação e mistura que caracterizaram os dois ambientes como polimíticos quentes, sob forte condicionamento da ação dos ventos e da profundidade. O açude Bodocongó, devido à menor área do espelho de água, à menor profundidade e à maior

regularidade de seu perímetro, apresentou maior instabilidade térmica. Durante o período iluminado nos dois açudes predominaram estratificações térmicas, que evoluíram para homogeneidade e mistura durante a noite.

A estratificação térmica acompanhada de estratificação do oxigênio dissolvido, foi evidenciada nas pesquisas de Simonato (1986) na Represa do Lobo - SP, Barbosa, Torres e Coutinho (1988) na Lagoa Carioca - MG, Toledo, Freitas e Ferreira (1988) no Lago Paranoá - DF e de Bozelli et al. (1992) na represa de São José do Rio Preto - SP.

Martins (1998), ao estudar a estratificação química no reservatório Serra Azul – MG, verificou que a estratificação térmica segue a estratificação do oxigênio dissolvido e atribuiu a queda cada vez mais acentuada das concentrações de oxigênio à medida que se desce da superfície para o fundo do reservatório, ao consumo no processo de decomposição.

A distribuição de nutrientes nos ecossistemas aquáticos depende em grande parte do padrão de circulação ou mistura, seja ele sazonal ou diário. Estudos feitos por Alves, Cavalcanti e Matos (1988) verificaram no Lago Paranoá – DF, termicamente estratificado, variações de densidade que não permitiram a ciclagem de nutrientes entre as diversas camadas.

Bozelli et al. (1990) verificaram nas lagoas Imboacica e Iodada - RJ que a maior concentração de nutrientes ocorre na região mais profunda da coluna d'água e maior consumo na parte superior. As maiores concentrações de ortofosfato solúvel no período noturno forneceram indicações de que a dinâmica deste nutriente está ligada a atividade fotossintética das comunidades produtoras. A existência de camadas com temperatura e densidade diferentes restringiu os movimentos verticais, entre eles a mobilidade dos nutrientes liberados pelo sedimento e sua conseqüente utilização pelo fitoplâncton na zona eufótica. Comportamento semelhante foi observado por Toledo, Freitas e Ferreira (1988) no Lago Paranoá - DF e por Barbosa, Torres e Coutinho (1988) na Lagoa Carioca - MG.

O mecanismo de estratificação e mistura, na coluna d'água, também está relacionado com as variáveis morfométricas e climatológicas dos corpos aquáticos (STRASKRABA; TUNDISI, 1999).

Considerando a estreita vinculação entre a dinâmica de circulação e a distribuição de compostos químicos e de organismos na massa líquida, o conhecimento da morfometria do corpo aquático (área, volume e profundidade) é de fundamental importância (VON SPERLING, 1999).

São marcantes as diferenças de comportamento entre ambientes rasos e profundos, principalmente no padrão de estratificação e mistura. Segundo Calijuri (1988) reservatórios rasos como a Represa do Broa - SP que tem até 12m de profundidade, os ventos podem provocar homogeneização da coluna d'água.

Nos ambientes aquáticos com baixa profundidade a radiação solar pode muitas vezes atingir o fundo do corpo d'água, aumentando a produtividade primária, a evapotranspiração e a concentração de sais (VON SPERLING, 1999).

Alves, Cavalcanti e Mattos (1988) numa análise comparativa de parâmetros físicos (temperatura, transparência, e condutividade elétrica), químicos (oxigênio dissolvido, CO₂, pH, alcalinidade, nutrientes) e biológicos (fitoplâncton e zooplâncton) em um período de 24 horas no Lago Paranoá, Brasília, verificaram estratificação térmica durante todo dia e o resfriamento noturno não foi intenso o suficiente para provocar a mistura da coluna d'água e a ciclagem de nutrientes entre as diversas camadas da coluna d'água. A tendência da estabilidade térmica foi atribuída a profundidade elevada do ponto de amostragem (30m).

Estratificações pouco estáveis são freqüentemente observadas em reservatórios rasos das regiões tropicais. Nestes, com a homogeneização freqüente da coluna d'água, ocorre a distribuição dos íons acumulados.

Barbosa (2002) estudou a dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II, no trópico semi-árido paraibano, e observou que as microestratificações térmicas durante o dia e as homogeneizações noturnas ocorreram em função da reduzida profundidade do ambiente e da ação do vento.

O tempo de residência da água é um outro fator fundamental na ecologia dos reservatórios, pois é preponderante na formação de estratificações, exercendo uma grande influência sobre a seqüência temporal e a dinâmica da comunidade fitoplanctônica (MINOTTI, 1999; STRASKRABA; TUNDISI, 1999). Tempos de

residência elevados favorecem um maior tempo para a sedimentação dos sólidos, para decomposição de material orgânico, e o assoreamento do reservatório (VON SPERLING, 1999).

Com relação às funções de força climatológicas, regiões onde ocorre um predomínio quantitativo da evaporação sobre a precipitação pluviométrica (ambientes do semi-árido), o volume de água dos corpos aquáticos vai sendo lentamente reduzido, ao longo do período de estiagem .

A ação do vento é uma função de força climatológica que pode provocar modificações nos ecossistemas aquáticos, pois induz a circulação da água e aceleram a transferência de calor para regiões mais profundas da coluna d'água (COLE, 1983; TUNDISI, 1999).

Sem a turbulência o sol aqueceria uma camada muito pequena do corpo d'água, formando uma camada superaquecida na parte superior e temperaturas muito baixas nas regiões mais profundas, gerando uma verdadeira barreira térmica (MARGALEF, 1983).

Essa mistura ou desestratificação é responsável pela redistribuição dos compostos químicos em toda coluna d'água. Portanto, o vento e a temperatura são os principais fatores responsáveis pela instabilidade da massa de água, influenciando na reciclagem dos nutrientes e da matéria orgânica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo: Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

Na bacia do Rio Paraíba, o açude Epitácio Pessoa (Boqueirão de Cabaceiras) é o principal reservatório. Está localizado a 420 m de altitude (07°28'4"S e 07°33'32"S e 36°08'23"W e 36°16'51"W) e inserido na maior bacia hidrográfica do Estado (cerca de 14 mil km²), uma das maiores bacias dos açudes do Nordeste. Possui um perímetro de 138.800m, área inundada de 18.295.690m² e capacidade máxima de armazenamento de 418.088.514m³. Localizado na zona rural do município de Boqueirão, na região dos Cariris Velhos e de menor índice pluviométrico do Brasil (precipitação entre 150 e 300mm/ano) (SILVA et al., 1987), represa as águas dos rios Paraíba do Norte e Taperoá.

Seu nome originou-se de uma grande abertura (boca) que o rio Paraíba faz na serra Carnoió. Foi construído pelo DNOCS entre 1952 e 1956 e constitui-se de uma represa com uma adutora de 17,2 Km e estação de tratamento em Gravatá de Boqueirão, a 22Km do açude. Serve como reservatório de abastecimento d'água das cidades: Campina Grande, Pocinhos, Boqueirão, Queimadas, Caturité, Riacho de Santo Antônio e de outros centros populacionais menores, rurais e urbanos (REGO; ALBUQUERQUE; RIBEIRO, 2000).

O clima é semi-árido, quente e seco, com máximas de 34°C e mínimas de 18°C (SILVA et al., 1987).

Os principais usos deste açude são abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação. Abastece diversas cidades (total aproximado de 600.000 pessoas), dentre elas Campina Grande, com 360.000 habitantes, a segunda maior cidade do Estado. O desenvolvimento sócio-econômico da região depende do fornecimento da água deste Açude. Estudos limnológicos neste ecossistema vêm a contribuir com o conhecimento de seu funcionamento e fornecer informações para seu manejo.

4.2 Delineamento amostral

Foram realizadas duas coletas nictemeraias nos períodos de estiagem (fevereiro/09) e de chuvas (junho/09), com o auxílio da garrafa de Van D'orn, com capacidade de 3,5 L, utilizada para coletar água em um ponto da zona limnética, em quatro profundidade: 100%, 50%, 1% e 0% de intensidade luminosa. A determinação destas profundidades foi estimada a partir do desaparecimento de disco de Secchi (m) multiplicado pelo fator 2,7 correspondente a 1% de luminosidade (ESTEVES, 1998). Os pontos de coleta escolhidos foram próximos ao local onde a adutora faz a captação da água bruta (Figura 3.2), nas quatro profundidades: PA (100% de luz – sub-superfície da água), PB (50% de luz), PC(1% de luz) e PD (0% de luz - profundidade máxima) (Figura 3.1).



Figura 4.1 Vista parcial do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), PB

4.4 Variáveis físicas e químicas

As variáveis físicas e químicas e as metodologias utilizadas na sua determinação estão apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 4.1 Parâmetros físicos, químicos e método de análise no estudo do açude Epitácio Pessoa, PB

Variáveis	Métodos	Referência
Temperatura (°C)	Eletrométrico	APHA 1995
Transparência	Disco de Secchi	COLE, 1983
Turbidez (UT)	Nefelométrico	APHA 1995
pH	Potenciométrico	APHA 1995
CE (µS/cm)	Resistência Elétrica	APHA 1995
OD (mg/l)	Winkler-Modificação Azida	APHA 1995
Alcalinidade (mg/l)	Titulométrico - Potenciométrico -	APHA 1995
Dureza (mg/l)	Titulométrico - EDTA	APHA 1995
Cl ⁻ (mg/l)	Titulométrico	APHA 1995

4.5 Análise Estatística

- **Análise descritiva**

Para a análise descritiva dos dados foram utilizadas as ferramentas do “Microsoft EXCEL 2003 for Windows”, e foram calculados para todos os dados do período de estudo, a média como medida de tendência central, e os valores máximos e mínimos.

4.6 Apresentação gráfica

Para visualização das variações nictemerais e verticais ocorridas no açude Epitácio Pessoa, ao longo da coluna d’água, foi utilizado o programa SUFER 11.0, sendo apresentadas as isolinhas das variações verticais e nictemerais (24 horas).

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os perfis verticais e nictemerais (24 horas), nos meses de fevereiro/09 e junho/09, das variáveis físicas e químicas do açude Epitácio Pessoa são apresentados através das figuras de isolinhas (Figuras 4.1 a 4.8)

A primeira campanha nictemeral (24 horas) foi realizada em fevereiro/2009, final do período de estiagem, onde o açude Epitácio Pessoa estava com 355.575.238 m³ (86,4% da sua capacidade de armazenamento) e o segundo ciclo nictemeral foi realizado no mês de junho/2009, e o açude estava excedendo sua capacidade máxima de armazenamento (411.686.287m³), estando por isso transbordando

O modo como a luz incide na coluna de água determina os padrões de distribuição da temperatura. De acordo com Noronha et al. (2005), para o gerenciamento da qualidade de água, é fundamental que seja considerado o padrão e distribuição da variação de temperatura, já que pode influenciar fenômenos importantes, como a floração de algas.

A temperatura da água é influenciada por alguns fatores, tais como: latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A maior parte da energia que produz calor em uma massa d'água é proveniente das radiações solares, que desempenham um papel importante de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físicos e químicos, acelerando, por sua vez, as reações químicas, difusão de gases, reciclagem e distribuição de nutrientes. A energia luminosa corresponde a um dos principais fatores de manutenção da vida, visto que esta é fundamental aos organismos fotossintetizantes, ou produtores primários, os quais constituem a base da cadeia trófica (CETESB, 2004; PINTO-SILVA, 2002).

Os valores da temperatura da água do açude Epitácio Pessoa apresentaram-se elevados, com baixa amplitude de variação entre as épocas, média de 25,71 °C no período de estiagem e 25,99°C no período de chuvas. Foram observadas microestratificações diurnas no período de estiagem e de chuvas (Figura 4.1), nos horários iluminados do dia (8:00 as 16:00h). As amplitudes térmicas foram mais

acentuadas durante a estiagem (até 3°C) ao meio dia . Durante o período de chuvas, no mesmo horário, o gradiente de temperatura foi menos acentuado, onde a variação não chega a 1°C. As maiores temperaturas, nos dois ciclos nictemerai, foram evidenciadas na superfície da água e durante o dia, devido a maior incidência luminosa. Nos períodos noturnos, nas duas campanhas, houve desestratificação ou mistura, com isoterma da coluna d'água.

Resultados semelhantes foram registrados por Diniz (2005) no mesmo açude onde em quatro ciclos nictemerai (dois de estiagem e dois de chuvas) houve períodos de estratificação, durante o dia, seguidos de circulação durante a madrugada, devido o esfriamento da água, a diminuição da temperatura do ar e pelo aumento da velocidade do vento detectados in loco.

Este perfil é típico de corpos aquáticos polimíticos quentes que apresentam repetidos períodos de circulação e curtos intervalos de aquecimento e estratificação fraca, seguido de esfriamento rápido (ESTEVEZ, 1998). Nestas circunstancias, a circulação provocada pelas correntes de convecção é suficiente, juntamente com o vento, para romper a estratificação (WETZEL, 1981; MARGALEF, 1983; MINOTI, 1999).

O mesmo padrão de comportamento foi registrado por Barbosa (2002) no açude Taperoá II - PB, com estratificações durante o período iluminado do dia e desestratificação noturna. O processo de mistura também foi atribuído à queda da temperatura do ar e o aumento da velocidade dos ventos à noite que quebraram a barreira térmica e de densidade provocando mistura completa da coluna d'água.

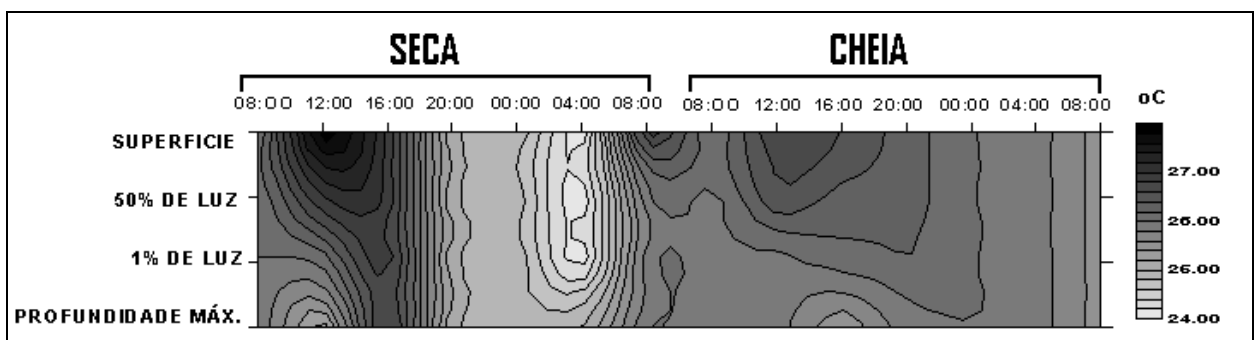


Figura 5.1 Variação vertical/nictemeral da temperatura da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

A turbidez está relacionada à presença de materiais em suspensão. Esses materiais que podem ser argila, silte, materiais orgânicos coloridos e solúveis, inorgânicos, plâncton e outros organismos microscópicos expressão as propriedades ópticas da água, influenciando na dispersão e absorção da luz ao invés de sua transmissão em linha reta através da água (ESTEVEZ, 1998).

O parâmetro turbidez assume grande importância para a verificação da qualidade de águas para o abastecimento, uma vez que a filtração é mais difícil em águas muito turvas e a sua desinfecção pode ser comprometida, já que os agentes infecciosos podem achar uma forma de se proteger nessas partículas, além disto o aumento dos valores deste parâmetro causam repulsão do ponto estético.

Os valores de turbidez, durante os ciclos nictemerais, foram crescentes com a profundidade e no período noturno, associados a resuspensão de material do fundo do açude devido a circulação na coluna d'água. No período de estiagem os valores da turbidez obtiveram média de 1,58 UNT, oscilando entre 0,9 UNT e 4,3 UNT. No período de chuvas a turbidez apresentou valores mais elevados, com média de 6,88 UNT (DP= 0,6). Os maiores valores (8,16UNT) foram registrados na profundidade máxima do açude, as 00:00 deste ciclo (Figura 4.2).

Os maiores valores de turbidez durante as chuvas estão associados às águas de enxurrada que transportam material orgânico e inorgânico da bacia de drenagem, pela lavagem do solo, produzindo maior impacto nas características qualitativas da água do reservatório, com perda de valores estéticos, refletindo o avanço da ação antrópica no açude de Eptácio Pessoa.

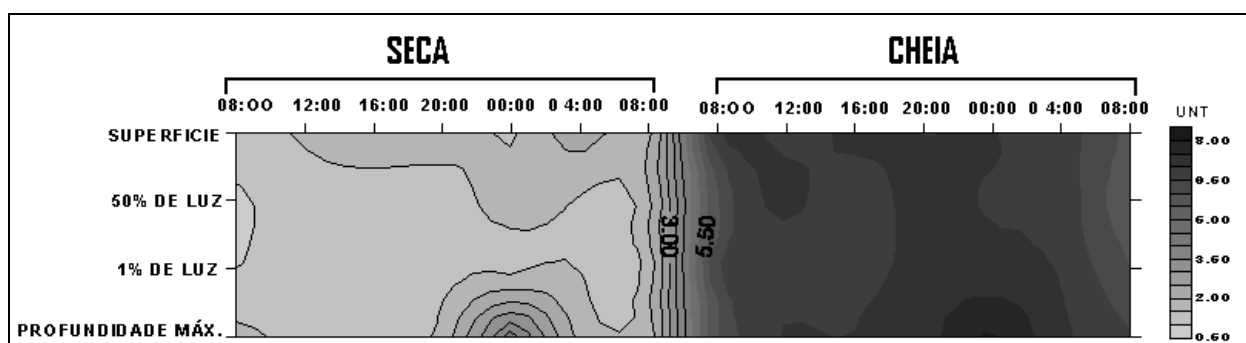


Figura 5.2 Variação vertical/nictemeral da turbidez da água no açude Eptácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

O pH expressa a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio (SAWYER et. al., 1994), este interfere na coagulação química, controle de corrosão, abrandamento de desinfecção, ou seja, é de extrema utilidade na hora que avaliar a qualidade de água.

Nas águas naturais às variações destes parâmetros são ocasionadas geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986).

O pH é influenciado pela quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, sendo que, no geral, quanto maior a quantidade disponível, menor o pH, devido a biodegradação, que produz diversos ácidos. Segundo Esteves (1998), os valores de pH dos rios brasileiros têm tendências de neutro e ácido. Às águas superficiais possuem, no geral pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido a presença de carbonatos e bicarbonatos.

As águas do açude Epitácio Pessoa apresentaram-se levemente alcalinas, com valores médios de pH entre 8,03 (fevereiro/09) e 7,92 (junho/09) (Figura 4.3). Houve tendência de menores valores na campanha de chuvas. Nas coletas de estiagem, evidenciaram-se valores mais elevados (entre 7,79 e 8,49) e estratificações definidas, especialmente entre 12:00 e 20:00h, com declínio acentuado com a profundidade. No período de chuvas não houve um padrão horário e vertical definido, mostrando uma tendência maior de mistura, apesar de microestratificações as 16:00h. Nas duas campanhas nictemerais os maiores valores ocorreram na superfície e durante o horário iluminado do dia. No hipolímnio a formação do CO₂ e a redução do pH são intensificadas pelo aumento da biodegradação heterotrófica da matéria orgânica (WETZEL, 1981; SCHAFER, 1985; ESTEVES, 1998).

A tendência de elevação do pH no período de estiagem e nas camadas superficiais, também verificada por Diniz (2005) no açude Epitácio Pessoa, pode ser

associada ao processo fotossintético, que aumenta a demanda de CO₂, afetando deste modo o sistema carbônico (TALLING, 1957; COLE, 1983; MARGALEF, 1983; SCHAFER, 1985; ESTEVES, 1998).

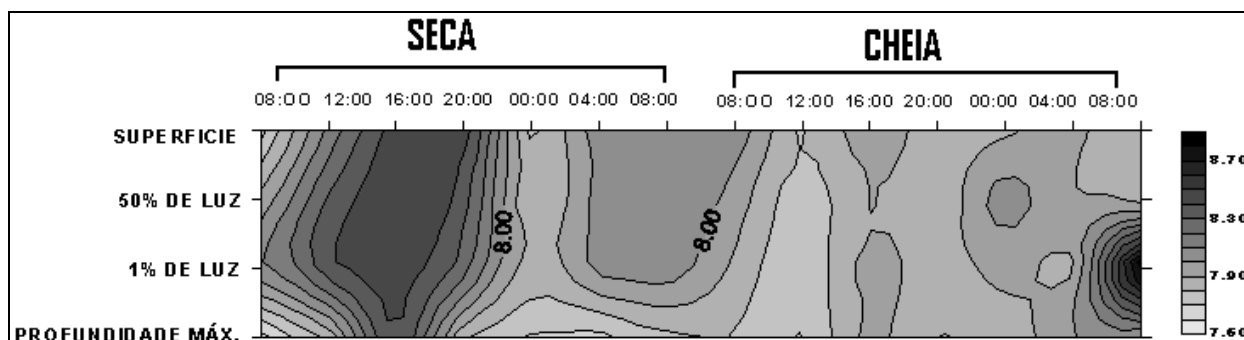


Figura 5.3 Variação vertical/nictemeral do pH da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

A alcalinidade de uma água é a sua capacidade de neutralização de ácidos. É a medida da propriedade de tamponamento da água. Esta propriedade é normalmente conferida pela presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxido e, menos freqüentemente nas águas interiores, por boratos, silicatos e fosfatos. A dureza depende do conteúdo de sais de cálcio e magnésio, em grande parte combinados com bicarbonato e carbonato (SAWYER; McCARTY; PARKIN, 1994).

A alcalinidade do açude Epitácio Pessoa não apresentou um comportamento vertical definido (Figura 4.4). As concentrações médias variaram entre 18,82 mg/l (estiagem) e 17,61 mg/l (chuvas), com maiores valores no período diurno e na estiagem.

Diniz (2005) também não verificou perfil vertical e nictemeral definido para alcalinidade no açude Epitácio Pessoa. Esteves et al. (1988) atribuíram as pequenas variações verticais e nictemerais de alcalinidade, ao comportamento térmico instável, com estratificações de curta duração na Lagoa Imboacica – RJ.

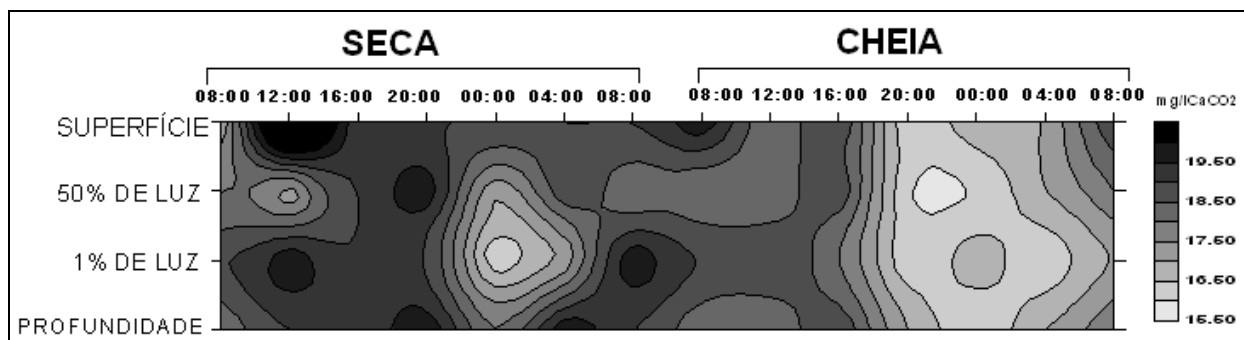


Figura 5.4 Variação vertical/nictemeral da alcalinidade da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

A condutividade elétrica (CE) é a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica que é diretamente proporcional a quantidade de sais presentes em uma solução. Devido à facilidade e rapidez de determinação da condutividade elétrica, este se tornou um parâmetro padrão para expressar a concentração total de sais para classificação de solos e das águas destinadas a irrigação. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água (CETESB, 2004).

A CE pode fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema aquático que ocorrem em sua bacia de drenagem. Assim a influência direta e indireta das atividades antrópicas desenvolvidas nas bacias, tais como lançamento de afluentes domésticos e industriais e atividade agropastoril nos recursos hídricos (lagos, reservatórios, rios), pode ser avaliada mais facilmente quando se dispõe de dados sobre a condutividade elétrica da água, uma vez que o resultado da poluição pode ser detectado pelo aumento desta condutividade no curso d'água. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinadas amostras de água, mas contribui para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem, podendo variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizantes dissolvidas (APHA, 1998).

A condutividade elétrica (CE), no açude Epitácio Pessoa, revelou-se mais elevada nas coletas de estiagem e no período noturno, com média de 512,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (DP= 7,22) na primeira coleta (Figura 4.5). Esses resultados estão associados à concentração de sais nesse período, produtos da evaporação no período seco e

redução do volume do açude, que contribuem com o aumento da salinização (GASTALDINI; PAIVA, 2000). O aumento da CE no período noturno, provavelmente esteja associado a resuspensão de íons do fundo durante a circulação noturna da coluna d'água (DINIZ, 2005). No período de chuvas a CE apresentou valores que variaram entre 421,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 462,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os menores valores durante o ciclo nictemeral de chuvas são decorrentes da diluição dos íons pelo maior volume de água no reservatório. Não foi verificado padrão vertical definido para a condutividade elétrica nas duas campanhas.

Baixas flutuações de CE em ciclos nictemeraias também foram constatados por Huszar, Werneck e Esteves (1994) na Lagoa Juparanã - ES. Para Egborge (1979) mudanças significativas nos valores de CE não seriam esperadas em curtos intervalos de tempo. Ramirez (1995), no reservatório Punchiná (Colômbia), atribuiu baixas variações de condutividade elétrica à instabilidade da estratificação térmica, que provoca a homogeneização os íons na coluna d'água.

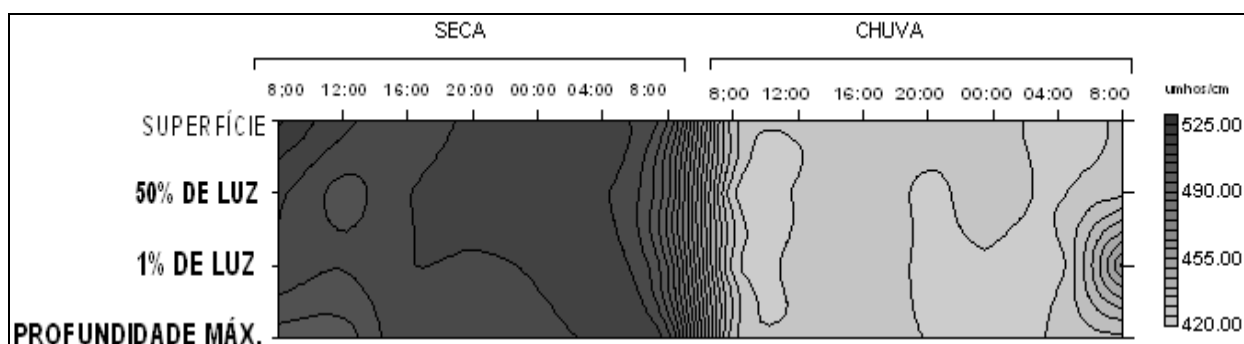


Figura 5.5 Variação vertical/nictemeral da condutividade elétrica no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

O oxigênio é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos microorganismos que vivem na água. Um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a 10 mg/L. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão. Existem duas fontes de oxigênio para os sistemas aquáticos: o primeiro é a atmosfera, e o segundo é a fotossíntese, realizada pelos seres vivos. A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (ESTEVES, 1988).

O padrão de estratificação química do oxigênio dissolvido acompanhou a estratificação térmica, revelando um perfil clinogrado (DINIZ et al., 2003), com maiores concentrações médias na superfície da água e nos horários de luz, e menores à noite na parte inferior da coluna d'água, associadas ao processo de consumo e decomposição no sedimento (DINIZ et al., 2004). As concentrações de oxigênio dissolvido no açude Epitácio Pessoa apresentaram seus maiores valores (5,62 mg/L) entre 08:00 e 20:00h no ciclo da nictemeral de estiagem com média de 4,29 mg/L (Figura 4.6). Durante as coletas de chuvas as concentrações foram inferiores com média 3,81 mg/L.

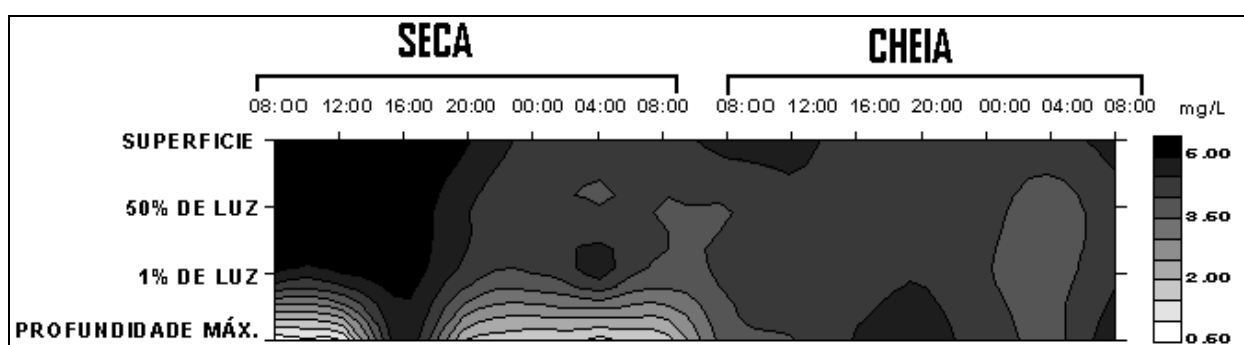


Figura 5.6 Variação vertical/nictemeral do oxigênio dissolvido no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

Águas duras são aquelas que exigem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma. A dureza é devida a presença de cátions metálicos divalentes, os quais são capazes de reagir com o sabão formando precipitados, e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores da dureza são cálcio e magnésio, tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes alumínio e ferro férrico são considerados como constituintes da dureza. Dureza é um parâmetro característico da qualidade de água de abastecimento industrial e doméstico, sendo que do ponto de vista de potabilidade, são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras e muito duras. Apesar do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar, eles não chegam a tornar objetáveis o uso dessas águas, cujo consumo também não causa problemas fisiológicos (SAWYER; McCARTY; PARKIN, 1994).

Os maiores valores de dureza encontrados nas águas analisadas do açude Epitácio Pessoa ocorreram no período de seca, com média de 175,18 mg/l e (DP= 5). Nas campanhas nictemerais de chuvas os valores de dureza foram mais baixos

associados à diluição dos sais no período de maior volume de água no açude, com média de 140,6 mg/l (DP= 5,68) (Figura 4.7). Não houve um padrão vertical definido desta variável semelhantemente a alcalinidade e a condutividade elétrica.

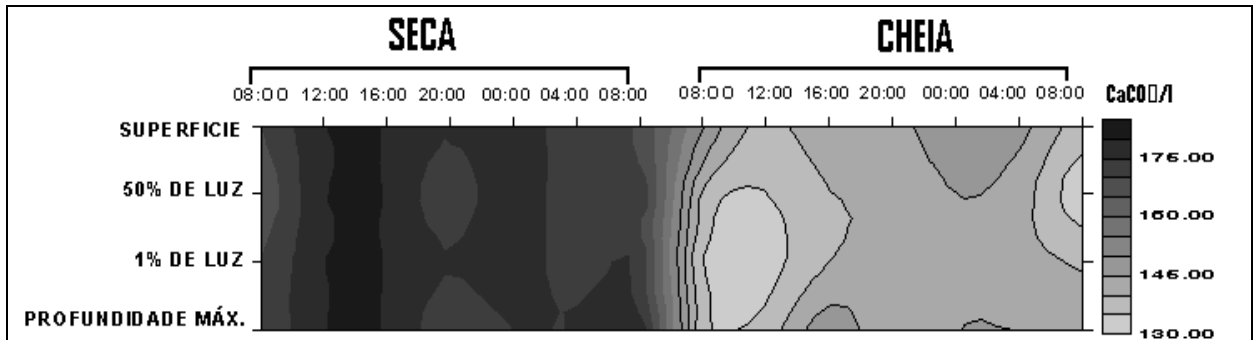


Figura 5.7 Variação vertical/nictemeral da dureza da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

As concentrações de cloretos no açude Epitácio Pessoa foram mais elevadas no período de chuvas e no horário noturno. Não houve perfil vertical definido nas duas campanhas nictemerais. As águas dos ciclo de estiagem tiveram média de 130,27mg/l. Durante as chuvas, pois seus valores chegaram a 432,49 mg/l (Figura 4.8).

Esse aumento de cloretos no corpo aquático está relacionado a processos industriais e esgotos domésticos próximos as águas deste reservatório, estas águas com valores elevados de cloretos podem geram prejuízos a tubulações, estruturas metálicas e crescimento de plantas.

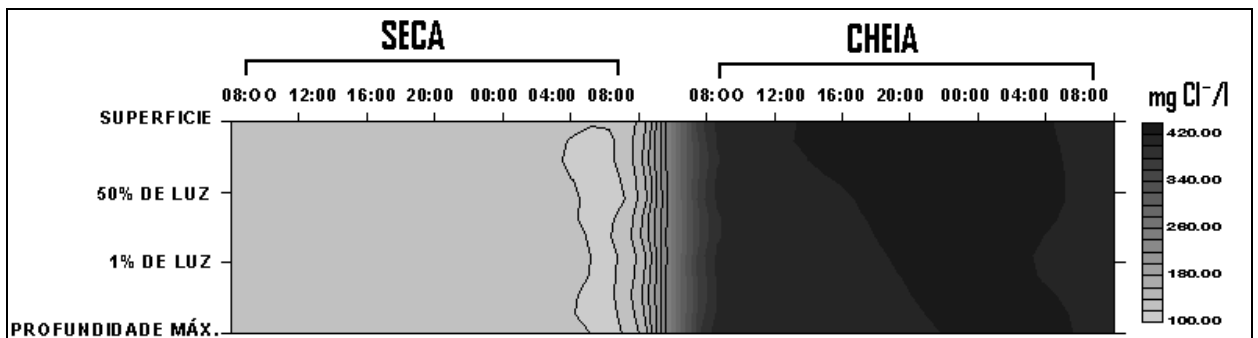


Figura 5.8 Variação vertical/nictemeral dos cloretos da água no açude Epitácio Pessoa – PB nos meses de fevereiro/09 (seca) e junho/09 (cheia).

6 CONCLUSÕES

O estudo das variações nictemerais de parâmetros limnológicos no açude Epitácio Pessoa permitiu concluir que as altas temperaturas observadas no açude Epitácio Pessoa, são decorrentes das características climáticas da região. Os perfis verticais de temperatura da água revelaram um sistema com microestratificações na coluna d'água nas duas épocas de coleta, mais expressivas no período iluminado do dia e na época de estiagem. Durante o período noturno a desestratificação ou mistura da coluna d'água esteve associada ao esfriamento da água, diminuição da temperatura do ar e aumento da velocidade dos ventos.

Os valores de pH mais elevados na superfície e durante o horário iluminado do dia e no período de estiagem, com diminuição com o aumento da profundidade podem ser atribuídos a formação do CO_2 no hipolímnio, resultando na redução do pH, pelo aumento da biodegradação heterotrófica da matéria orgânica. Não houve um padrão vertical definido da dureza, alcalinidade e a condutividade elétrica, que pode ser resultante da instabilidade da estratificação térmica, que provoca a homogeneização os íons na coluna d'água. O padrão de estratificação química do oxigênio dissolvido acompanhou a estratificação térmica, revelando um perfil clinogrado, com maiores concentrações médias na superfície da água e nos horários de luz. A diminuição de concentrações de oxigênio dissolvido com o aumento da profundidade está associada a decomposição e oxidação da matéria orgânica no fundo do reservatório.

Enfim observou-se que a água do açude Epitácio Pessoa apresentou alterações tanto no decorrer de um dia, como entre as estações (seca e chuva); no período chuvoso houve aumento da turbidez e dos cloretos, diminuindo com isso a qualidade de sua água. Essas alterações podem estar relacionadas a esgotos domésticos e industriais e dejetos acumulados próximos ao açude, que são carregados para dentro do reservatório pelas águas da chuva.

REFERÊNCIAS

AHIPATHY, M. V.; PUTTAIAH, E. T.; Environ. Geol. 2006, 49, 1217

ALVES, V. R. E.; CAVALCANTI, C. G. B.; MATTOS, S. P. Análise comparativa de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em um período de 24 horas, no Lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil. **Acta Limnol. Brasil.**, São Carlos, v. 2, p. 199-218, 1988.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 19th ed. Washington D. C.: American Public Health Association, 1995, 1600p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. Washington D. C.: American Public Health Association, 1998, 1569p.

BARBOSA, F. A. R.; TÔRRES, G. E.; COUTINHO, M. E. Ciclo anual de temperatura e sua influência nas variações sazonais de alguns parâmetros físico-químicos e da clorofila e feoftina a na Lagoa Carioca-Parque Florestal do Rio Doce, MG. **Acta Limnol. Brasil.**, São Carlos, v. 2, p. 129-152, 1988.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido paraibano**. 2002. 208f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade de São Carlos, São Carlos.

BARBOSA, J. E. L.; MENDES, J. S. O índice do estado trófico como ferramenta no monitoramento da qualidade da água da Barragem de Acauã – sistema recém construído sobre o rio Paraíba – PB. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 2004. CD-ROM.

BOZELLI, R. L. et al. Dinâmica nictemeral dos princípios nutrientes inorgânicos e clorofila a em duas lagoas costeiras fluminenses. **Acta Limnol. Brasil.**, São Carlos, v. 3, p. 319-346, 1990.

BOZELLI, R. L. et al. Variações nictemerais e sazonais de alguns fatores limnológicos na represa municipal de São José do Rio Preto. **Acta Limnol. Brasil.**, v. 4, p. 53-66, 1992.

BURGIS, M. J. A preliminary study of the ecology of zooplankton in lake George, Uganda. **Verh. Int. Ver. Limnol.**, v. 17, p. 297-302, p. 1969.

COLE, G. A. **Textbook of limnology**. 3. ed. Toronto: The C. V. Mosby Company, 1983, 401p.

DINIZ, C. R. et al. Distribuição Vertical e Dinâmica Nictemeral de Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos do Açude de Bodocongó-PB. In: Congresso Interamericano de Ingenieria Saitaria y Ambiental, 2002, Cancún. **Anais...**, 2002.

DINIZ, C. R. et al. Ciclo nictemeral e vertical de variáveis ambientais no açude Epitácio Pessoa, semi-árido paraibano. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., 2003, Joinville. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2003. CD ROOM.

DINIZ, C. R. et al. Diurnal Rhythms and Vertical of Variable Limnologicals, in a Dry and Rain Season at the Epitacio Reservoir, State of Paraíba, Brazil. In: SIMPOSIO INTERNAZIONALE DI INGEGNERIA SANITARIA, 2004, Taormina. **Anais...**, Taormina- Italia: ABES, 2004. CD ROOM.

DINIZ, C. R. **Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias de dois açudes do trópico semi-árido (PB)**. 2005. 193f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. DINIZ, C. R. ; BARBOSA, J. E. L. ; CEBALLOS, B. S. O. . Variabilidade Temporal (Nictemeral Vertical e Sazonal) das Condições Limnológicas de Açudes do Trópico Semi-Árido Paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. Suplem, p. 1/1-19, 2006.

ESTEVES, F. A.; BOZELLI, R. L.; CAMARGO, A. F. M.; ROLAND, F.; THOMAZ, S. M. Variação diária (24 horas) de temperatura, O₂ dissolvido, pH, e alcalinidade em duas lagoas costeiras do Estado do rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. **Acta Limnol. Brasil.**, São Carlos, v. 2, p. 99-127, 1988.

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

GAVILÁN-DÍAZ, R. A. **Flutuações Nictemerais dos Fatores Ecológicos na Represa Barra Bonita – Médio Tietê – SP**. 1990. 156f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

HARDY, E. R.; ROBERTSON, V.; KOSTE, W. About the relationship between the zooplankton and fluctuating water level of Lago Camaleão, a central Amazonian várzea lake. **Amazoniana**, v. 9, n. 1, p. 43-52, 1984.

JONES, J. G. **A Guide de Methods for Estimating Microbial Numbers and Biomass in Freshwaters**. London: Freshwater Biological Association, 1979, n. 39, 112p.

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

MARTINS, M. L. N. Estratificação química no reservatório Serra Azul – MG. In: SIMPOSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., 1998, João Pessoa. **Anais....** João Pessoa: ABES, 1998, p. 169-180.

MINOTI, R. T. **Variação anual da produção primária e estrutura da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana – SP)**. 1999. 142f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos.

RAMOS, J. D.; MELLO, H. O. O.; LIMA, L. Análise da composição, abundância e distribuição vertical das populações de rotífera, cladocera e copepoda, no reservatório de emborcação (Araguari - MG). **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 80 - 94, 2008.

RODIER, J. **L' analyse de L'eaux Naturelles, Eaux Residuals, Eaux de Mer**. 5.ed. Paris: Ed. Dumond, 1975, 629p. v. 1.

SIMONATO, A. D. **Ciclos diurnos de fatores ecológicos na Represa de Lobo (Broa), São Carlos, SP**. 1986. 153f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos

Naturais) – Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In: TUNDISI, J. G; STRASKRABA, M. (Eds.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Sao Carlos: Brazilian Academy of Sciences/International Institute of Ecology/Backhuys Publishers, 1999, 592p.

TALLING, J. F. The incidence of vertical mixing and some biological and chemical consequences in Tropical African lakes. **Verh. Int. Verein Limnol.**, v. 17, n. 998-1012, 1969.

TOLEDO, L. G.; FREITAS, J. S.; FERREIRA, C. J. A. Variações diurnas de parâmetros limnológicos no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. **Acta Limnol. Brasil.**, São Carlos, v. 2, p. 219-237, 1988.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (edt.). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999, p. 19-38.

VON SPERLING, E. **Morfologia de lagos e represas**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal de Minas Gerais, 1999, 138p.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega S. A., 1981, 679p.

WRIGHT, S. Da physica e da chimica das águas do Nordeste do Brasil . III. Condições Thermicas. **Boletim da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p.47-60, jan./jun. 1981