



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

I-040 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS E SANITÁRIOS NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA, BOQUEIRÃO – PB, BRASIL.

Célia Regina Diniz ⁽¹⁾

Engenheira Química –UFPB - Brasil. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFPB. Doutoranda em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande/UFCG. Professora Adjunta da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Tel: 0 (xx) 833334301; 0(xx) 83 99654588

 : c.r.diniz@bol.com.br

Beatriz Susana O. de Ceballos

Bioquímica – Universidade Nacional de Tucumán/Argentina. Mestre em Microbiologia e Imunologia – Escola Paulista de Medicina/SP. Doutora em Ciências - Área de Concentração Microbiologia Ambiental/ USP. Professora Adjunta UFCG/CCT/DEC/AESA. Chefe do Laboratório de Saneamento Ambiental de DEC. Tel:0(xx) 833333011- Fax:0(xx) 833101011.

 : ceballosbo@aol.com.

Andrezza Sousa Pedrosa

Bióloga – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. Mestranda na Área de Concentração Saneamento Ambiental no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) - Sub-Programa UFPB/UEPB. Tel: 0 (xx) 833311317;

 : andrezza_pedrosa@yahoo.com

José Etham L. Barbosa

Biólogo - UEPB/Brasil. Mestre em Botânica – Universidade Federal de Pernambuco. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de São Carlos. Professor Titular da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Tel: 0(xx) 832355340;

 : ethambarbosa@hotmail.com

Annemarie Konig

Bióloga - Universidade Federal de São Carlos/Brasil. Doutora em Botânica - Universidade de Liverpool/Inglaterra. Professora Adjunta UFCG/CCT/DEC/AESA Coordenadora da Área de Engenharia Sanitária e Ambiental do DEC. Tel: 0(xx) 833101154; 0 (xx) 83 3311041-

 : akonig@dec.ufpb.br

(*)Endereço: Antônio J. Santiago, 115, Bl. C, Aptº 402, C. Grande - PB, Brasil, CEP: 58.105.125.

RESUMO

O reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão), localiza-se no curso Alto do Rio Paraíba, na zona rural do município de Boqueirão, na região dos Cariris Velhos. Represa as águas dos rios Paraíba do Norte e Taperoá, abastecendo mais de meio milhão de habitantes do Estado da Paraíba. Esta pesquisa objetivou avaliar as variações da qualidade da água nos compartimentos horizontais deste açude, através da amostragem até 0,30m de profundidade em cinco pontos (Bq1 a Bq5) distribuídos na zona limnética e nas margens. Foram analisadas variáveis que permitem evidenciar as interações

entre elas e sua influência sobre a qualidade de água, explicando as principais tendências do sistema nas estações de chuva e de seca, assim como investigar as dissimilaridades ou características comuns entre os diferentes locais de amostragem. O estudo foi realizado entre maio/2002 e março/2003, e os parâmetros analisados foram físicos, químicos, biológicos e microbiológicos. Foram aplicadas análises estatísticas (estatística descritiva, correlação múltipla de Pearson, análises de agrupamento e de componentes principais). A análise de agrupamentos reuniu os 5 pontos em 3 grupos de qualidade semelhante A1(Bq1, Bq2 e Bq5), A2(Bq3) e A3(Bq4), sendo que o primeiro agregou os pontos menos impactados e localizados na zona limnética, já A2 e A3 corresponderam a pontos da margem, com maior poluição e influência de atividades antropogênicas como irrigação clandestina, pesca, coleta de água, dessedentação de animais e recreação. Na época de estiagem, a evapotranspiração elevada e a falta de chuvas concentraram as espécies químicas, observando-se os maiores valores de pH (7,8), de íons (cálcio - 28mg/l, magnésio - 41mg/l, alcalinidade - 92mg/l, dureza - 132mg/l), de clorofila *a* (3,2ug/l), de condutividade elétrica (602µ mho/cm), de cloretos (110mg/l), de ortofosfato solúvel (0,02mg/l) e de amônia (0,95mg/l). No período chuvoso, ocorreram os maiores valores de temperatura (26,3°C), DBO₅ (5mg/l), nitratos (0,97mg/l), fósforo total (0,14mg/l), EF (1,1x 10¹ UFC/100ml), sódio (64,4mg/l) e potássio (5,6mg/l). Os pontos se agruparam de acordo com o nível de poluição/contaminação, sendo a qualidade da água do ponto A3, inferior à dos demais locais, devido à maior intensidade das atividades antrópicas ali desenvolvidas. A ACP mostrou que nas chuvas a qualidade da água está associada com a entrada de nutrientes e com as características geológicas da bacia, e na estiagem, com a elevada evapotranspiração e o aumento da concentração dos sais.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatórios; Qualidade da Água; Semi-árido; Variações Espaço-temporal; Componentes principais.

INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ecossistemas dinâmicos onde as concentrações de variáveis físicas químicas e biológicas são alteradas no tempo e no espaço. As mudanças nos mecanismos de funcionamento dos reservatórios e na qualidade das águas represadas desempenham importantes funções ecológicas, econômicas e sociais. O estudo espaço-temporal de variáveis limnológicas possibilita caracterizar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e avaliar as modificações e interações entre as variáveis de qualidade, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos de resposta do sistema aos estímulos internos e externos, sendo possível definir políticas para o uso d'água e definir ações de controle da poluição. 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.

Na região semi-árida do Nordeste do Brasil, a irregularidade das chuvas e as secas prolongadas tornam os açudes pólos de subsistência do sertanejo e de desenvolvimento regional, proliferando na sua zona de influência, desde pequenos produtores agrícolas até empreendimentos significativos de agronegócios. Em consequência, a maioria dos reservatórios está submetida aos impactos dessas atividades, acrescidas das variações climáticas, entre elas a evapotranspiração extremadamente alta (média 2000mm/ano), que concentra nutrientes e sais e que se expressam na alta salinidade e na rápida eutrofização que caracteriza a maioria destes corpos de água.

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 450.421.552m³. O volume de água armazenado até dezembro de 2003 era de 122.671.800m³ (29,3% da capacidade máxima), profundidade média de 8,88m e profundidade máxima de 25,32m (LMRS/SEMAHR, 2003). 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. 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 2ª 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. Nesse contexto, este estudo objetivou: 1) avaliar as variações espaciais e temporais da qualidade da água através de variáveis físicas, químicas, biológicas e microbiológicas medidas em cinco pontos do açude amostrados na superfície da água em épocas de estiagem e de chuvas, 2) evidenciar as interações entre as variáveis limnológicas, e 3) investigar as dissimilaridades ou características comuns entre os diferentes pontos de amostragem na busca de conhecer as principais tendências da qualidade da água em função do clima.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo ocorreu no período de maio/2002 a março/2003, abrangendo as épocas de chuvas (fevereiro a julho) e de seca

(agosto a janeiro). Foram feitas coletas mensais, em 5 estações georeferenciadas (Bq1 a Bq5) na zona das margens e na zona limnética do açude Epitácio Pessoa – PB (Tabela 1). As variáveis analisadas foram: temperatura (termômetro de reversão, com resolução de 0,01°C), transparência (disco de Secchi), pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), DBO₅, condutividade elétrica (CE), íons (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻), alcalinidade, dureza, amônia (NH₄), nitrato (NO₃⁻), P-Total (Pt), ortofosfato solúvel (PO₄⁻), coliformes fecais ou termotolerantes (Cterm), estreptococos fecais (EF) e clorofila "a" (Cl a). As determinações seguiram APHA (1995) exceto clorofila *a* (JONES, 1979). Foi feita análises de estatística descritiva, correlação múltipla de Pearson, análises de agrupamento (SPSS 10.0 for Window) e de Componentes Principais – ACP (Statistics 5.0 ; Statsoft Inc., 2000).

Tabela 1 - Pontos de amostragem no Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), PB: nomenclatura, descrição e coordenadas geográficas.

Pontos de Amostragem	Descrição	Coordenadas
Bq1	Ponto próximo à torre de captação na região limnética	7°29'19,4"S e 36°8'24,3"W
Bq2	Ponto localizado entre a torre de captação e a desembocadura dos rios, na região limnética	7°31'41,2"S e 36°13'43,2"W
Bq3	Ponto localizado na entrada do Rio Paraíba, na região litorânea	7°32'18,5"S e 36°15'13,7"W
Bq4	Ponto localizado na entrada do Rio Taperoá, na região litorânea	7°31'42,6"S e 36°15'13,5"W
Bq5	Ponto central, localizado na área de represa, região limnética,	7°29'19,5"S e 36°8'31,3"W

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de agrupamentos intra-pontos (Figuras 1 e 2) reuniu os cinco locais de coleta, nas duas épocas de amostragem, em apenas 3 grupos com características similares de qualidade da água, sendo o grupo A1 (formado por Bq1 a Bq5); A2 por apenas um ponto (Bq3) e A3 por um outro (Bq4). Esses agrupamentos seguiram um ordenamento de acordo com o nível de poluição/contaminação: A1 agregou pontos da região limnética, que apresentaram menores impactos antropogênicos e, portanto, com melhor qualidade da água. Este grupo inclui o local de coleta próximo à captação da água aduzida até a ETA de Gravatá. O grupo A2 localiza-se no afluente do rio Paraíba, e apresentou qualidade intermediária entre A1 e A3. Este último, situado no afluente do rio Taperoá, separou-se dos demais pontos por ser o mais poluído, devido às atividades ali desenvolvidas (coleta de água, dessedentação de animais, pesca e lazer). Foram observadas entradas pontuais de esgoto ao longo do rio Taperoá, atingindo essa área do açude, evidenciadas pelos valores elevados de turbidez (16,5 – 35, 0 UT) e os mais baixos de transparência (65-60cm), DBO₅ (3,0-6,0mg/l), NH₄ (1,46-1,1 mg/l), Pt (0,09-0,19mg/l), alcalinidade (101,5-80mg/l), e dureza (140-111 mg/l), Cl⁻ (111-88mg/l) e CE (610-561 μ mho/cm). Os dois grupos (A2 e A3) com águas mais poluídas situam-se nas margens próximos à desembocadura dos rios Paraíba e Taperoá, e onde há populações ribeirinhas com plantações irrigadas de coqueiros, entre outras. Também há uma área do açude destinada a carcinocultura.

O Quadro 1 e as Figuras de 3a a 3k, apresentam os valores das variáveis físicas, químicas, biológicas e microbiológicas nos dois períodos amostrados. Nestas figuras pode ser acompanhada a variação da precipitação pluviométrica mensal para 2002 e 2003. Houve diferenças na qualidade da água entre os pontos de coleta e entre as épocas de amostragens. Os maiores valores de pH (7,8) e Cl *a* na época de estiagem, (3,2 μg/l) estão associados à atividade fotossintética, e à concentração dos bicarbonatos naturalmente presentes nas águas da região. Os valores elevados de Ca⁺⁺ (28mg/l), Mg⁺⁺ (41mg/l), alcalinidade (92mg/l) e dureza (132mg/l), refletem as condições geológicas. A maior radiação solar nesta época aumentou a evaporação e concentrou os sais (Cl⁻ até 110mg/l), elevando a CE (602 μ mho/cm). Valores semelhantes de pH, alcalinidade, CE e Cl⁻ e no verão, nesse mesmo reservatório, foram evidenciados por Ceballos (1995) com decréscimos nas chuvas. Os valores mais altos de PO₄⁻ (0,02mg/l) e NH₄ (0,95mg/l), na época seca, se relacionam com a drenagem de áreas das culturas de vazantes que usam fertilizantes químicos. No período chuvoso, ocorreram as maiores temperaturas (26,3°C) e elevados teores de DBO₅ (5mg/l), NO₃⁻ (0,97mg/l), Pt (0,14mg/l), Na⁺

(64,4mg/l) e K^+ (5,6mg/l) devido os aportes do escoamento superficial.

A análise de correlação múltipla de Pearson mostrou que na estiagem, a temperatura se correlacionou positivamente com pH ($r=0,614$; $\alpha=0,01$) e OD ($r=0,457$; $\alpha=0,05$), ao estimular o processo fotossintético, com assimilação de CO_2 e liberação de OD e conseqüente aumento do pH. Essa interação é confirmada pela correlação positiva e significativa entre OD e pH ($r=0,662$; $\alpha=0,01$). Correlações positivas de temperatura com CE ($r=0,525$; $\alpha=0,01$) e de temperatura com Cl^- ($r=0,621$; $\alpha=0,01$), se associaram com a evaporação e a concentração dos sais no período de seca. A CE também esteve associada positiva e significativamente com PO_4^{3-} ($r=0,470$; $\alpha=0,01$) e com EF ($r=0,373$; $\alpha=0,05$). Esta última correlação se estabelece pela maior resistência dos EF às condições de alta CE que aumenta com a evaporação no período de seca. NO_3^- apresentou correlação positiva com PO_4^{3-} ($r=0,533$; $\alpha=0,05$), com Na^+ ($r=0,490$; $\alpha=0,01$) e com K^+ ($r=0,730$; $\alpha=0,01$), indicando seu aumento simultâneo, pelo escoamento superficial ou entrada de tributários ricos em íons e nutrientes. A influência do material fecal na turbidez foi expressa pelas correlações positivas e significativas entre turbidez e EF ($r=0,613$; $\alpha=0,01$).

No período chuvoso, a turbidez teve correlação positiva com OD ($r=0,608$; $\alpha=0,01$, turbidez biogênica – causada pelas microalgas e as cianobactérias que produzem oxigênio fotossintético) e com DBO_5 ($r=0,563$; $\alpha=0,01$), devido à entrada de matéria orgânica exógena, refletida nas correlações positivas de DBO_5 com NH_4 ($r=0,475$; $\alpha=0,05$), DBO_5 com Pt ($r=0,761$; $\alpha=0,01$) e DBO_5 com PO_4^{3-} ($r=0,604$; $\alpha=0,01$) e negativas, de DBO_5 com OD ($r=0,575$; $\alpha=0,01$), durante as chuvas. A alcalinidade e a temperatura tiveram correlações significativas e positivas ($r=0,449$; $\alpha=0,05$), provavelmente pelo aumento da temperatura da água que diminui a solubilidade dos gases e ao decrescer o CO_2 livre aumenta a alcalinidade. OD apresentou correlação negativa com NH_4 ($r=-0,727$; $\alpha=0,01$) e com Pt ($r=-0,420$; $\alpha=0,05$) expressando a relação inversa entre essas variáveis por que a desnitrificação e a liberação do íon fosfato ocorre mais facilmente em baixas condições de oxigenação e, sobretudo, em anaerobiose. As correlações positivas e significativas de Pt com PO_4^{3-} ($r=0,706$; $\alpha=0,01$) e de Pt com NH_4 ($r=0,420$; $\alpha=0,05$) estão associadas à entrada de nutrientes com as águas de enxurrada nas chuvas. A Cl^- e CTerm se correlacionaram positivamente ($r=0,787$; $\alpha=0,01$), assim como Cl^- e EF ($r=0,815$; $\alpha=0,01$), Cl^- e Pt ($r=0,641$; $\alpha=0,01$) e Cl^- e PO_4^{3-} ($r=0,424$; $\alpha=0,05$), indicando o transporte conjunto de nutrientes, algas e bactérias fecais da bacia de drenagem para dentro do açude com o escoamento superficial. Os CTerm e EF se correlacionaram entre si ($r=0,997$; $\alpha=0,01$), por estarem ambos nas fezes de animais homeotérmicos que entraram no açude junto com a matéria orgânica.

A análise fatorial em componentes principais (ACP) explicou as principais tendências de variação da qualidade da água entre as épocas de seca e de chuvas. Com a extração dos fatores, as informações foram reunidas em três componentes principais que acumularam 67% da variância do sistema na chuva e 52% na estiagem (Tabela 2 e 3 Figura 3).

Durante as chuvas, o fator 1 explicou a maior variância (39,43%) e apresentou correlações positivas com pH, DBO_5 , NH_4 , NO_3^- , PO_4^{3-} e Cl^- , e negativas com Ca^{++} , HCO_3^- e OD. Esse primeiro fator representa, nas chuvas, a biomassa do fitoplâncton e os nutrientes, pois o aumento da biomassa algal e a conseqüente elevação da DBO_5 , é responsável pelo incremento do pH; e indica o transporte de nutrientes da bacia de drenagem pelas águas de chuva. A posição do OD e do HCO_3^- no semieixo negativo expressou a relação inversa do OD com a matéria orgânica e a diminuição do HCO_3^- com fotossíntese, já que a solubilidade do HCO_3^- depende concentração de CO_2 dissolvido. O fator 2 explicou a variância de 14,43% e apresentou correlações positivas com turbidez e SST (pela associação entre os sólidos e o aumento da turbidez, nas chuvas) e negativa com CE. Este fator está associado com a salinização dos corpos aquáticos pela lixiviação do solo nas chuvas. O fator 3 explicou uma variância de 13,13% e apresentou correlação positiva com alcalinidade e negativa com dureza e sódio. Este fator inclui as características geológicas e pedológicas da região. Na seca, o fator 1 explicou 26,06% da variância do sistema e apresentou associações positivas entre pH, CE, NO_3^- e PO_4^{3-} . Esse fator expressou a influência dos sais e dos nutrientes. O fator 2 explicou uma variância de 15,55% e mostrou correlações positivas entre Mg^{++} , K^+ e SST e negativas com temperatura e oxigênio. O aumento da temperatura estimula a fotossíntese, que consome CO_2 e libera OH^- elevando o pH. Os OH^- liberados formariam KOH, que ao precipitar seqüestram K^+ circulante, diminuindo sua concentração na água. Esse segundo fator na estiagem representa a influencia de parâmetros iônicos na qualidade da água. O fator 3 explicou 10,83% da variância do sistema na seca, e apresentou correlações positivas entre turbidez, HCO_3^- , NH_4 e ST.

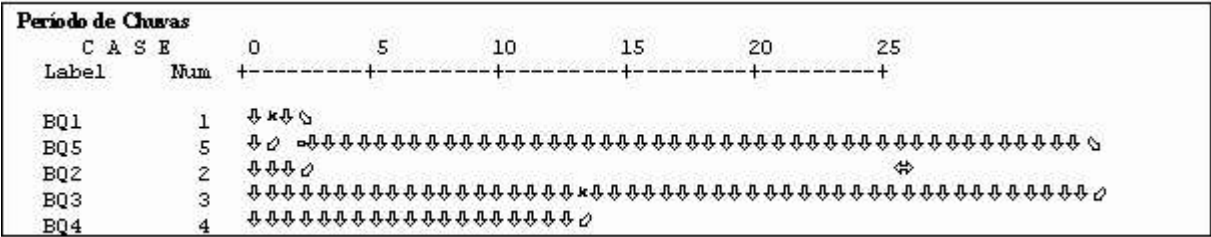


Figura 01 - Dendrograma dos 05 pontos de amostragem distribuídos nos compartimentos horizontais do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), PB, período de chuvas (maio a julho/02 e de fevereiro a março/03).

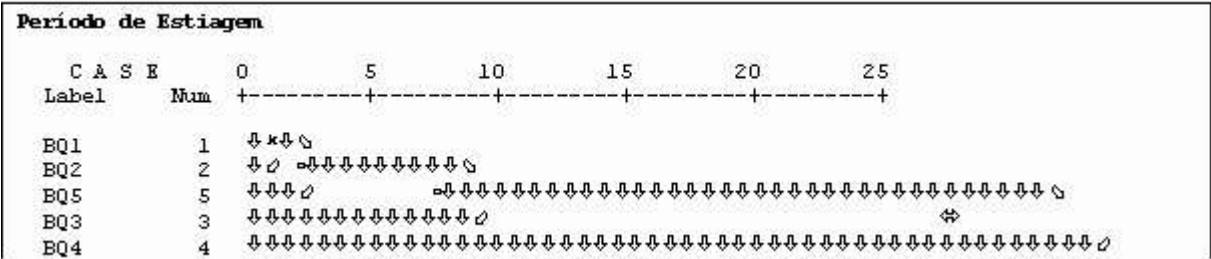


Figura 02 - Dendrograma dos 05 pontos de amostragem distribuídos nos compartimentos horizontais do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), PB, período de estiagem (agosto/02 a janeiro/03).

Tabela 2 – Eigenvalues das três componentes principais (extraídos da Análise de Componentes Principais - ACP dos dados mensais de 05 pontos distribuídos horizontalmente) da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, no período de chuvas (maio a julho/02, fevereiro a março/03) e de seca (agosto/02 a janeiro/03).

Fator	Eigenvalues		% total variância		Eigenvalues Acumulados		% de Acumulação	
	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
1	8,67	5,73	39,43	26,06	8,67	5,73	39,43	26,06
2	3,17	3,42	14,43	15,55	11,85	9,15	53,86	41,61
3	2,89	2,38	13,13	10,83	14,74	11,54	66,98	52,44

Tabela 3– Coeficientes de correlações entre as variáveis e os três primeiros eixos da ordenação na ACP para a distribuição dos dados mensais de 05 pontos distribuídos horizontalmente no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, no período de chuvas (maio a julho/02, fevereiro a março/03) e de seca (agosto/02 a janeiro/03).

Variáveis	Fator 1		Fator 2		Fator 3		Variáveis	Fator 1		Fator 2		Fator 3	
	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca		chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
Temp	0,400	0,511	-0,046	-0,744	0,461	0,112	Cloret	0,608	0,261	-0,484	-0,532	-0,209	-0,106
pH	0,803	0,746	-0,009	-0,020	0,116	-0,268	DBO ₅	0,686	0,193	0,366	0,023	-0,123	0,041
CE	0,235	0,870	-0,923	-0,031	-0,101	0,177	OD	-0,611	-0,271	-0,360	-0,826	0,077	-0,134
Turb	0,429	0,465	0,868	0,138	0,109	0,649	NH ₄	0,904	-0,081	0,059	-0,127	0,331	0,630
Alc	0,431	0,402	-0,217	0,592	0,651	0,010	NO ₃ ⁻	0,850	0,692	0,153	-0,338	0,385	0,040
Dur	-0,169	-0,227	-0,071	0,363	-0,645	0,360	P-tot	0,894	0,264	0,083	0,128	0,248	0,245
Ca ⁺⁺	-0,629	-0,294	0,081	0,102	0,160	0,182	PO ₄ ⁻⁻	0,791	0,774	0,304	-0,320	0,078	0,229
Mg ⁺⁺	0,096	-0,135	-0,185	0,828	-0,391	0,068	ST	0,130	0,235	0,049	0,088	0,597	0,740
Na ⁺	-0,055	-0,546	-0,149	0,522	-0,794	-0,399	SST	0,360	0,449	0,905	0,027	0,192	0,675
K ⁺	0,158	-0,153	0,509	0,728	-0,567	-0,154	C-Term	0,549	-0,051	-0,094	0,074	-0,453	0,307
HCO ₃	-0,825	-0,221	-0,092	-0,384	-0,372	0,682	Cl _a	0,911	0,475	0,029	-0,155	0,344	0,543

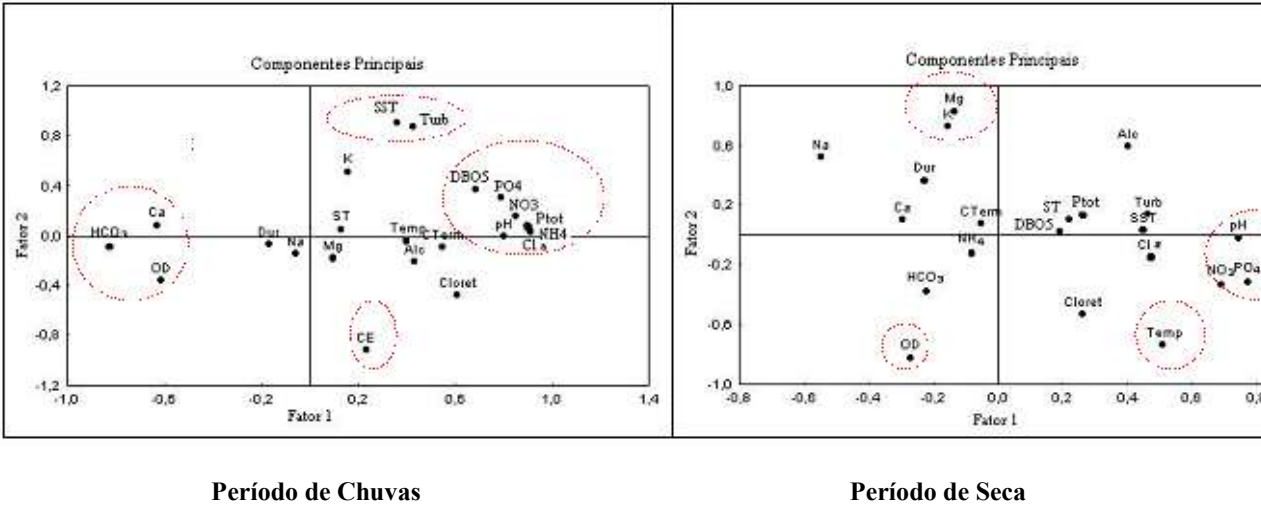
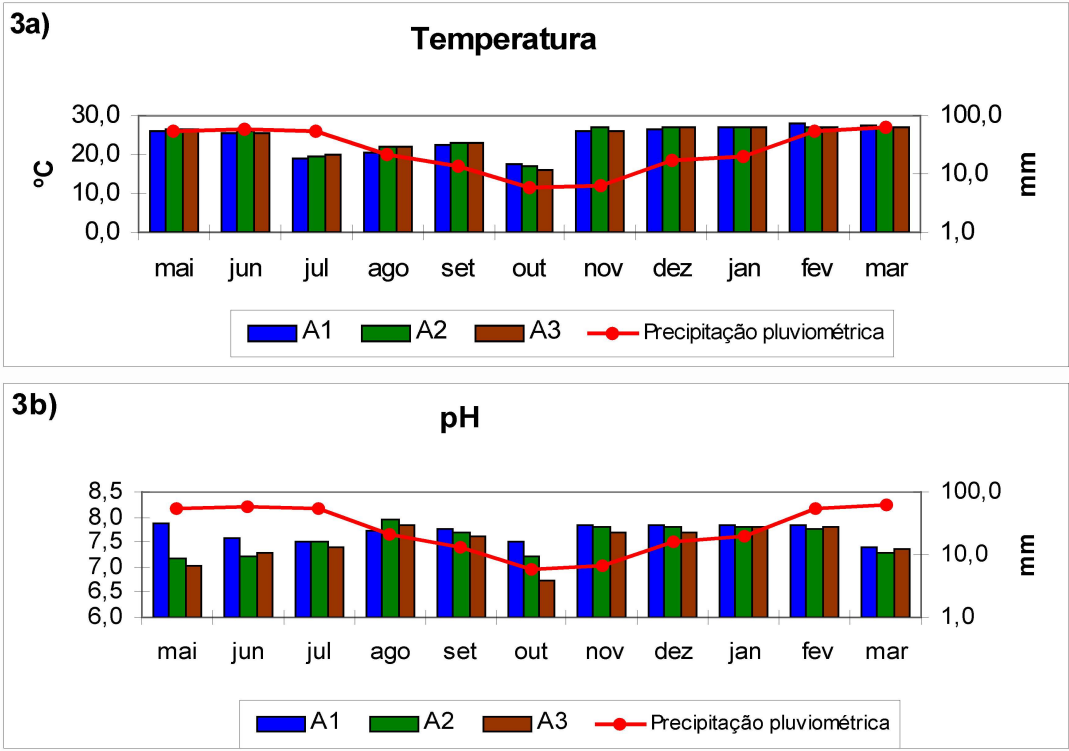
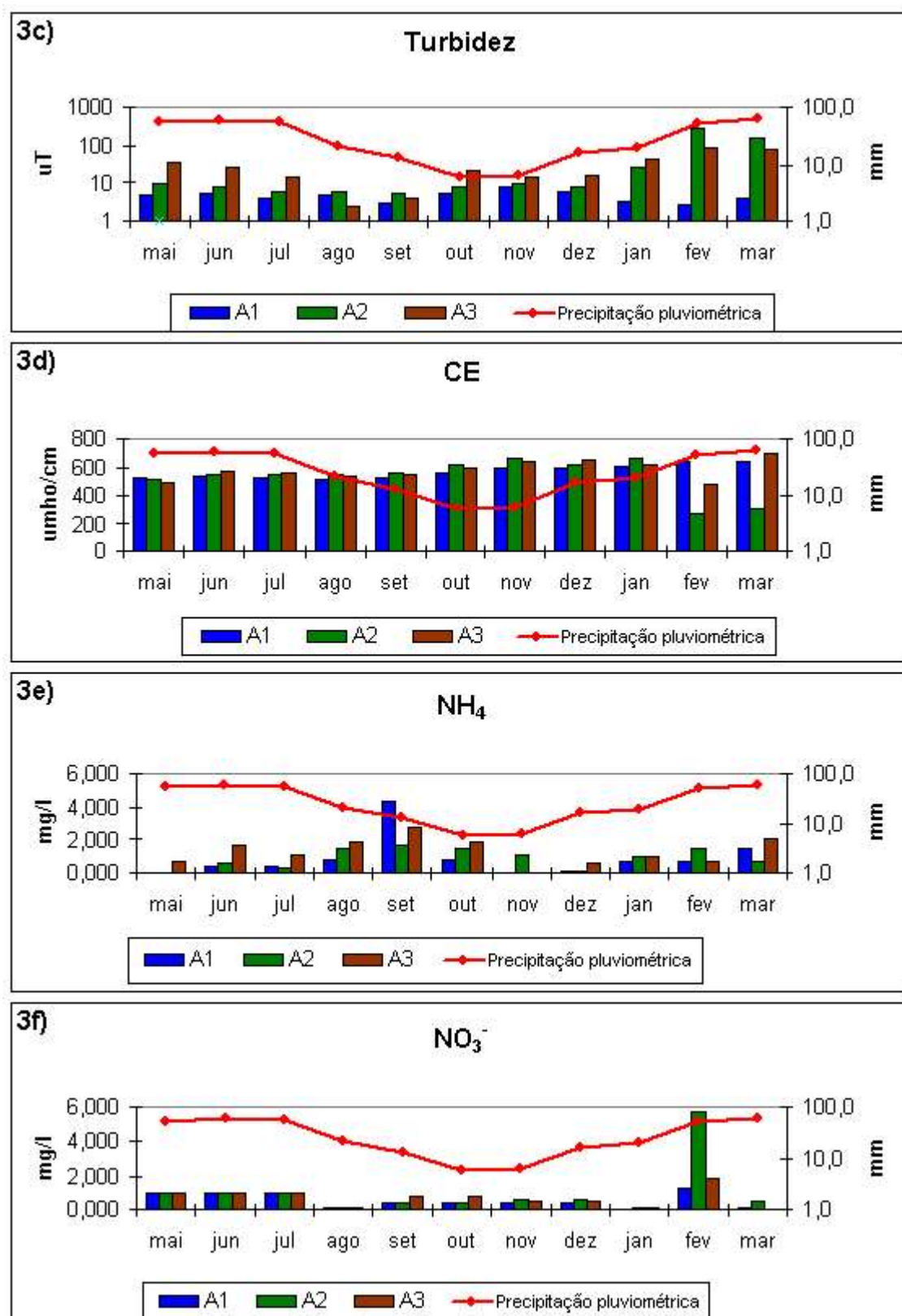


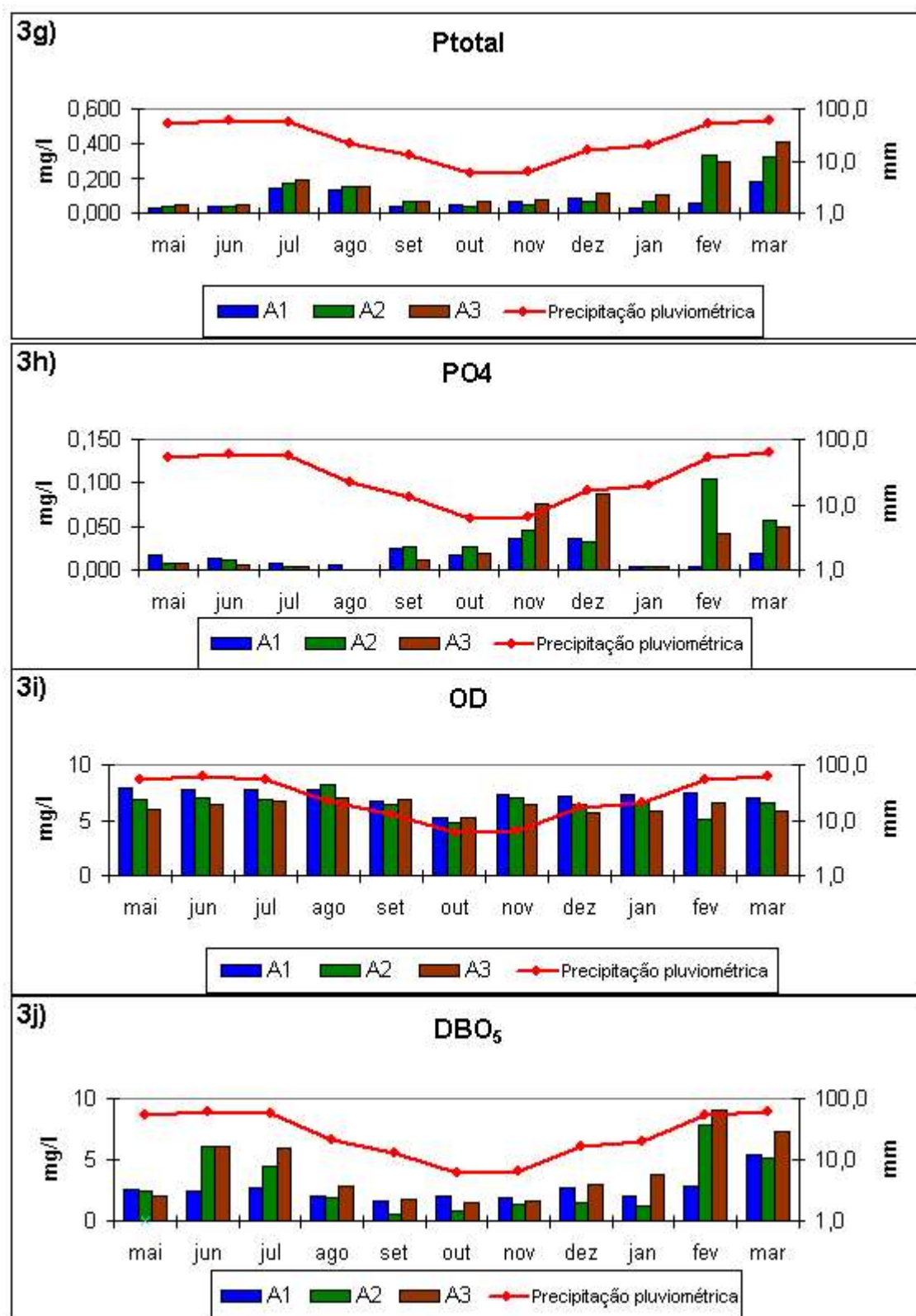
Figura 03 - Ordenação (ACP) das variáveis físicas, químicas, biológicas e microbiológicas dos agrupamentos dos 05 pontos distribuídos nos compartimentos horizontais do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, no período de chuvas (maio a julho/02, fevereiro a março/03) e de seca (agosto/02 a janeiro/03).



Figuras 3a a 3b - Variação mensal da temperatura e pH, nos três agrupamentos de qualidade distribuídos nos compartimentos horizontais do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB (maio/02 a março/03).



Figuras 3c a 3f - Variação mensal da turbidez, CE, amônia e nitrato, nos três agrupamentos de qualidade distribuídos nos compartimentos horizontais do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB (maio/02 a março/03).



Figuras 3g a 3j - Variação mensal de fósforo total, ortofosfato solúvel, OD e DBO₅, nos três agrupamentos de qualidade distribuídos nos compartimentos horizontais do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB (maio/02 a março/03).

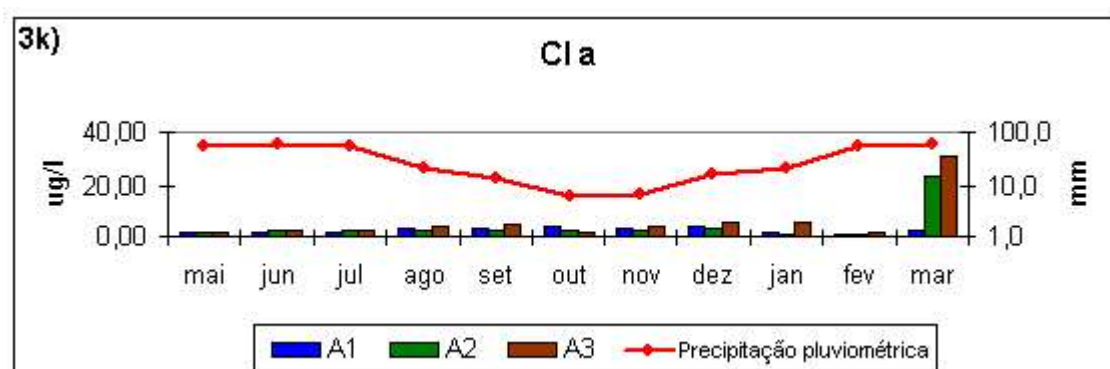


Figura 3k - Variação mensal da Clorofila *a*, nos três agrupamentos de qualidade distribuídos nos compartimentos horizontais do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB (maio/02 a março/03).

Quadro 1- Valores médios, desvio padrão, máximo, mínimo e mediana dos parâmetros limnológicos e sanitários no açude Epitácio Pessoa - PB (maio/2002-março/2003).

Temperatura (°C)						Transparência (cm)				
A1		A2		A3		A1		A2		A3
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
23,4±3,6	25,2±3,4	23,8±4,0	25,1±3,2	23,6±4,3	25,3±3,0	113,5±17,3	149,3±24,4	89,2±10,2	71,0±43,4	68,0,0±23,2
27,1-17,0	28,4-18,5	27,0-17,0	27,0-19,5	27,2-16,0	27,2-20,0	150,0-70,0	180,0-110,0	100,0-80,0	110,0-5,0	100,0-40,0
24	25,9	24,9	26,4	24,7	26,6	117,5	150	87,5	90	65
pH						Turbidez (UT)				
A1		A2		A3		A1		A2		A3
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
7,7±0,2	7,6±0,2	7,7±0,3	7,4±0,2	7,6±0,4	7,4±0,3	5,2±2,4	4,2±0,9	10,8±8,6	88,8±118,5	17,8±15,3
8,0-6,8	8,0-7,1	7,9-7,2	7,8-7,2	7,8-6,7	7,8-7,0	13,0-3,0	5,0-3,0	28,0-5,0	270,0-6,0	45,0-3,0
7,8	7,6	7,8	7,3	7,7	7,4	5	4	8	10	16,5
OD (mg/l)						DBO ₅ (mg/l)				
A1		A2		A3		A1		A2		A3
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
6,9±0,9	7,6±0,6	6,5±1,0	6,6±0,9	6,2±0,8	6,4±0,5	2,0±0,9	3,0±1,5	1,0±0,4	5,0±2,2	3,0±0,8
8,0-5,0	8,0-6,0	8,0-5,0	7,0-5,0	7,0-5,0	7,0-6,0	3,0-1,0	8,0-2,0	2,0-1,0	8,0-2,0	4,0-2,0
7	8	6,5	7	6	6	2	3	1	5	3
CE (umho/cm)						Ca ⁺⁺ (mg/l)				
A1		A2		A3		A1		A2		
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca
567,7±36,4	572,2±58,3	612,5±47,4	436,8±140,3	599,8±46,8	560,2±85,6	25,6±9,6	27,5±8,6	31,0±8,4	24,5±4,6	27,7±6,3
629,0-515,0	650,0-520,0	664,0-550,0	550,0-263,0	650,0-538,0	697,0-480,0	41,3-15,5	40,9-19,7	43,4-19,1	30,2-19,2	38,1-21,7
579,5	535	617,5	520	610	561	24,4	24	32	26,1	26,6

Quadro 1 (Continuação) - Valores médios, desvio padrão, máximo, mínimo e mediana dos parâmetros limnológicos e sanitários no açude Epitácio Pessoa - PB (maio/2002-março/2003).

Mg ⁺⁺ (mg/l)						Na ⁺ (mg/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
43,7±29,9	31,0±14,4	44,7±25,7	36,2±22,1	51,6±23,4	44,5±16,1	42,1±16,6	54,0±18,0	42,2±15,6	59,3±20,8	4	
96,5-19,4	52,9-16,8	96,2-26,7	74,4-18,8	92,5-25,1	70,4-28,0	57,7-13,0	68,9-23,0	53,1-14,7	78,5-24,1	6	
34,3	26,9	38	30,2	50,2	40,2	48,6	59,7	50,6	65		
K ⁺ (mg/l)						Cl ⁻ (mg/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
3,3±1,3	5,3±0,3	4,1±1,9	5,6±0,5	4,5±2,2	5,7±0,4	100,7±34,2	110,7±76,0	113,1±22,4	83,6±28,2	10	
5,1-1,5	5,9-5,0	6,4-1,6	6,1-4,8	7,6-1,6	6,1-5,2	152,3-51,4	244,7-59,7	137,5-74,7	111,2-40,0		
3,3	5,2	4	5,6	4,8	5,9	103,3	82,0	116,3	90,2		
HCO ₃ (mg/l)						Alcalinidade (mg/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
6,8±0,9	7,6±0,5	6,3±0,9	6,5±0,8	6,0±0,7	6,3±0,4	90,7±16,8	89,1±15,6	82,3±22,0	81,8±19,1	10	
7,5-5,3	7,9-6,9	7,0-4,7	7,1-5,1	6,9-5,2	6,7-5,8	131,0-59,0	129,0-75,0	111,0-50,0	112,0-62,0	1	
7,1	7,7	6,5	6,9	5,8	6,5	88,5	85	85,5	80		
Dureza (mg/l)						NH ₄ (mg/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
142,3±35,1	113,5±13,6	123,3±18,3	106,2±13,2	142,7±26,2	121,0±17,0	1,09±2,0	0,57±0,68	1,12±0,55	0,60±0,54	1	
240-102	131-90,0	150-102	129-95	173-107	142-107	6,57-0,00	2,84-0,00	1,59-0,11	1,42-0,00	2	
132,5	117	125	101	140	111	0,11	0,37	1,29	0,6		
NO ₃ (mg/l)						P total (mg/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
0,28±0,19	0,89±0,44	0,33±0,20	1,80±2,18	0,43±0,30	0,93±0,64	0,07±0,04	0,09±0,08	0,07±0,04	0,18±0,1		
0,62-0,00	1,51-0,00	0,59-0,08	5,68-0,46	0,75-0,08	1,83-0,03	0,16-0,01	0,31-0,00	0,16-0,00	0,33-0,00		
0,31	1,01	0,34	0,96	0,46	0,94	0,06	0,06	0,06	0,18		
PO ₄ ⁻ (mg/l)						CF (UFC/100ml)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
0,02±0,01	0,01±0,009	0,02±0,02	0,04±0,04	0,03±0,04	0,02±0,02	51±120,6	3±3,9	21±120,8	31±35,0		
0,04-0,00	0,03-0,00	0,04-0,00	0,11-0,00	0,09-0,00	0,05-0,00	480-2,0	12-0,0	50-6,0	90-8,0		
0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,007	8,00E+00	2,00E+00	1,60E+01	1,00E+01		
EF (UFC/100ml)						Cl a (ug/l)					
A1		A2		A3		A1		A2			
seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva		
5±11,6	25±73,9	10±15,7	101±154,7	28±19,6	1188±2524	3,0±1,7	1,4±1,0	2,3±0,7	6,2±9,8		
50-0,0	290-0,0	40-0,0	360-3,0	52-3,0	5700-5,0	7,1-0,0	4,2-0,0	3,1-0,9	23,6-0,9		
1,00E+00	1,90E+01	2,00E+00	6,00E+00	2,50E+01	8,00E+00	2,9	1,5	2,5	2,3		

CONCLUSÕES

A qualidade da água do Açude Epitácio Pessoa se apresentou heterogênea numa mesma época (seca ou chuvosa) e entre estas. No período de chuvas, a precipitação pluviométrica aumentou a entrada de matéria orgânica e de nutrientes com as águas de escoamento superficial. Na estiagem, a elevada evapotranspiração concentrou os sais, expressa pelos maiores valores de CE, cloretos, cálcio, magnésio, alcalinidade e dureza. A análise de agrupamentos reuniu os locais de amostragem em três conjuntos de pontos de qualidade semelhante. A água do rio Taperoá, no ponto de sua confluência no açude (A3), teve a inferior qualidade devido às atividades antrópicas ali desenvolvidas. A água do rio Paraíba (A2), no ponto de entrada no açude apresentou qualidade intermediária. A melhor qualidade ocorreu em A1, na barragem, pela autodepuração e diluição, sendo levemente inferior nos pontos próximos à torre de captação. A análise fatorial aplicada para os dados das épocas de seca e de chuvas mostrou três componentes principais: nas chuvas, o primeiro fator representou a biomassa fitoplanctônica e a entrada de nutrientes, o fator 2 esteve relacionado com o aumento da salinidade, da turbidez e dos sólidos provenientes dos dois rios tributários e o fator 3 esteve associado às características geológicas da bacia hidrográfica. Na seca, a qualidade da água se associa mais com o aumento da concentração iônica (e de sais) sob efeito da evapotranspiração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 19th ed. Washington D. C.: American Public Health Association, 1995, 1600p.
2. CEBALLOS, B. S. O. Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido. São Paulo. 1995.192f. Tese de Doutorado. Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo.
3. JONES, J. G. A Guide de Methods for Estimating Microbial Numbers and Biomass in Freshwaters. London: Freshwater Biological Association, 1979, n. 39, 112p.
4. SILVA, M. A. V. BRAGA, C.; AGUIAR, M. J. N.; NITZCHE, M. H. SILVA, B. B.; VENTURA, E. Atlas climatológico do Estado da Paraíba. 2. ed. Campina Grande: Núcleo de Meteorologia Aplicada, UFPB, 1987.