

I-196 - EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS DE EUTROFIZAÇÃO DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, BOQUEIRÃO, PB

Celia Regina Diniz⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora da Universidade Estadual da Paraíba

Ronaldo Justino de Araujo Júnior⁽²⁾

Biólogo pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Beatriz Susana Ovruski de Ceballos⁽³⁾

Bioquímica pela Universidade Nacional de Tucumán. Mestre em Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal de São Paulo. Doutora em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela Universidade de São Paulo. Professora da Universidade Estadual da Paraíba

Endereço⁽¹⁾: Rua Capitão José Amâncio Barbosa, 90 – São José – Campina Grande – PB - CEP: 58.400-335 - Brasil - Tel: (83) 3315.3451 - e-mail: c.r.diniz@uepb.edu.br

RESUMO

O processo de eutrofização nos corpos aquáticos, resultante das atividades antropogênicas, constitui um dos problemas mais graves de degradação da qualidade da água, limitando seu uso para diversos fins. Esse estudo teve como objetivos Avaliar a tendência da evolução dos níveis de eutrofização do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, entre os anos de 1989 a 2008, com o intuito de diagnosticar o impacto ambiental causado pela ocupação humana desordenada na bacia do Alto Rio Paraíba. O estudo foi realizado usando dados do período 1989 até 2008 coletados pelos autores. Foi utilizado o Índice de estado trófico de Carlson Modificado por Toledo Junior et al. (1983). A temperatura da água variou entre 23,6°C e 29,6°C, com maiores valores entre 2003 e 2008. O pH esteve mais elevado na estiagem. A Condutividade Elétrica esteve mais alta entre 2002 e 2003, quando o volume armazenado no açude foi reduzido a 35,4% da capacidade. As maiores concentrações de oxigênio dissolvido, ocorreram entre 1989 e 1991 (médias > 8,0mg/L). As concentrações médias de nitrogênio amoniacal foram mais elevadas entre 1991 e 2003 (240 µg/L a 1500 µg/L), período em que o açude contava com menor volume de água. Os nitratos foram mais elevados entre 1989 e 2003, com diminuição entre 2005 e 2006 resultante do aporte de grande volume de água. O comportamento da série fosfatada esteve relacionado com a série nitrogenada. Fósforo total e ortofosfato solúvel apresentaram correlações positivas com nitrogênio amoniacal ($p=0,778$; $p=0,873$) e com nitrato ($p=0,659$; $p=0,725$), e todos os nutrientes apresentaram correlação positiva com condutividade elétrica, indicando seu aumento simultâneo pelo escoamento superficial ou pela entrada de tributários ricos em íons e nutrientes. A análise do período de 1989 a 2008 revelou que o açude Epitácio Pessoa passou de nível trófico de oligo-mesotrófico para meso-eutrófico em 19 anos evidenciando capacidade de diluir cargas poluidoras. As informações geradas nesse estudo poderão subsidiar ações futuras de planejamento e gerenciamento das águas do açude Epitácio Pessoa, importante fonte de água para consumo humano no Estado da Paraíba.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização, Índice do Estado Trófico

INTRODUÇÃO

A eutrofização de águas leva ao crescimento excessivo das plantas aquáticas, com consequente desequilíbrio e progressiva degeneração da qualidade da água dos corpos lênticos. A elevada produtividade primária em corpos aquáticos significa provável presença de cianobactérias que podem liberar cianotoxinas.

Os principais efeitos da eutrofização são a ocorrência de um desequilíbrio do balanço de oxigênio na massa líquida predominando supersaturação na superfície e anoxia no fundo do corpo aquático; elevados custos de tratamento da água potável e de saúde pública; gastos no gerenciamento, na recuperação, a necessidade de construir novos reservatórios, a redução da diversidade das espécies e o menor valor estético dos corpos hídricos.

Diante do exposto, realizou-se um estudo para avaliar a tendência da evolução dos níveis de eutrofização do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, entre os anos de 1989 a 2008, com o intuito de diagnosticar o impacto ambiental causado pela ocupação humana desordenada na bacia do Alto Rio Paraíba.

Nos últimos anos do século passado (1997-1999), o reservatório Epitácio Pessoa, passou por períodos com baixo volume de água, cerca de 15% de sua capacidade (novembro de 1999), que quase causaram o colapso do sistema de abastecimento da cidade de Campina Grande, a segunda maior do Estado da Paraíba e principal cidade abastecida por este reservatório (REGO; ALBUQUERQUE; RIBEIRO, 2000; ALBUQUERQUE et al., 2004). Os piores índices de qualidade das águas também foram observados neste período, onde o açude ficou vulnerável às ações antrópicas de sua bacia, agravadas com os aumentos da demanda, provocando no reservatório crises qualitativa e quantitativa (GUIMARÃES et al., 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

O Açude Epitácio Pessoa ($7^{\circ}29'20''S$ e $36^{\circ}17'3''W$, Figura 1), situa-se na zona fisiográfica do Cariri, na sub-bacia do Alto Rio Paraíba (6.756km^2), uma das maiores bacias hidrográficas do Nordeste, numa altitude de 420m. Segundo maior reservatório do Estado da Paraíba com capacidade máxima de armazenamento de $411.686.287\text{m}^3$, é utilizado para abastecimento humano, irrigação de culturas, dessedentação animal, recreação e turismo (PARAÍBA, 2009).

Foi construído pelo DNOCS entre 1952 e 1956 e serve como reservatório de abastecimento d'água de cerca de 20 municípios da região e de outros centros populacionais menores, rurais e urbanos (REGO; ALBUQUERQUE; RIBEIRO, 2000; PARAÍBA, 2003).

O estudo foi realizado usando dados do período 1989 até 2008 coletados pelos autores. Foi utilizado o Índice de estado trófico de Carlson Modificado por Toledo Junior et al. (1983). Os resultados deste estudo foram provenientes da utilização da base de dados do Laboratório de Ecologia Aquática – LEAq da Universidade Estadual da Paraíba (novembro de 2005 até outubro de 2008) e das teses de doutorado desenvolvidas com dados do período compreendido entre 1989 e 2003 (CEBALLOS, 1995; DINIZ, 2005)

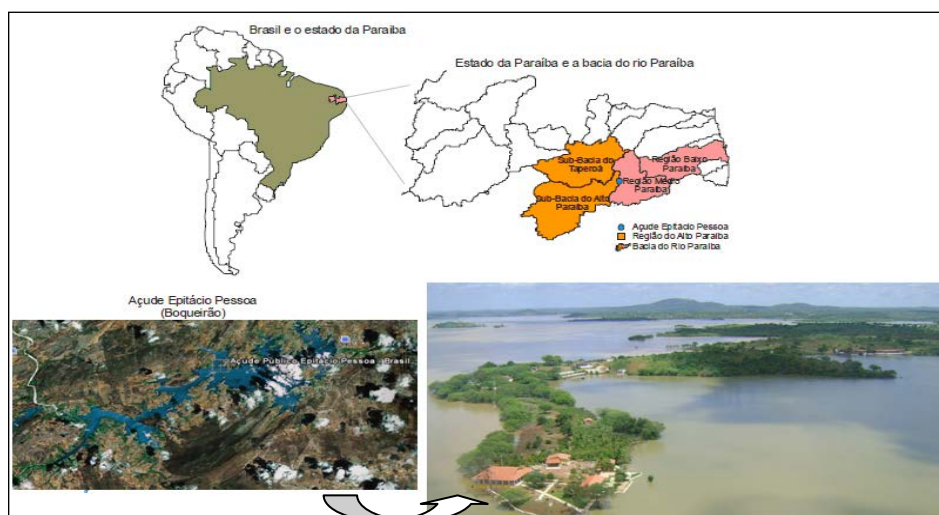


Figura 1 Localização geográfica e vista parcial do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) - PB, (GUIMARÃES et al., 2005; PARAÍBA, 2009; GOOGLE EARTH, 2009 acesso em 17 mar. 2009).

RESULTADOS

Ao longo dos anos o açude Epitácio Pessoa passou por períodos de chuvas intensas e de secas prolongadas. A evolução do volume de água acumulado e da precipitação pluviométrica entre os anos 1989 e 2008 é apresentada na Figura 2. No final da década de 1980 e início dos anos de 1990, o volume de água no açude se manteve próximo ao nível máximo. Nos anos de 1995 a 1997, as chuvas aumentaram o volume das águas do

reservatório, mas não atingiu a capacidade máxima. O açude garantiu a demanda do município de Campina Grande, ininterruptamente, até a ocorrência da grande seca de 1997-1999. Em 1999, o passou pelo momento mais crítico: o volume correspondeu a 16% da sua capacidade total (REGO et al., 2001).

No início de 2004, houve o aporte de mais de 300 milhões de metros cúbicos de água, causando elevação rápida do volume até atingir sua capacidade máxima em poucos dias. Em 2007, as chuvas foram esparsas com valores inferiores a média histórica entre 300 e 400 mm, provocando nova redução do volume acumulado, com uma média anual de 335.302.354 m³. As chuvas de 2008 aumentaram novamente o volume do reservatório, mantendo a capacidade máxima de armazenamento entre os meses de março e julho desse ano.

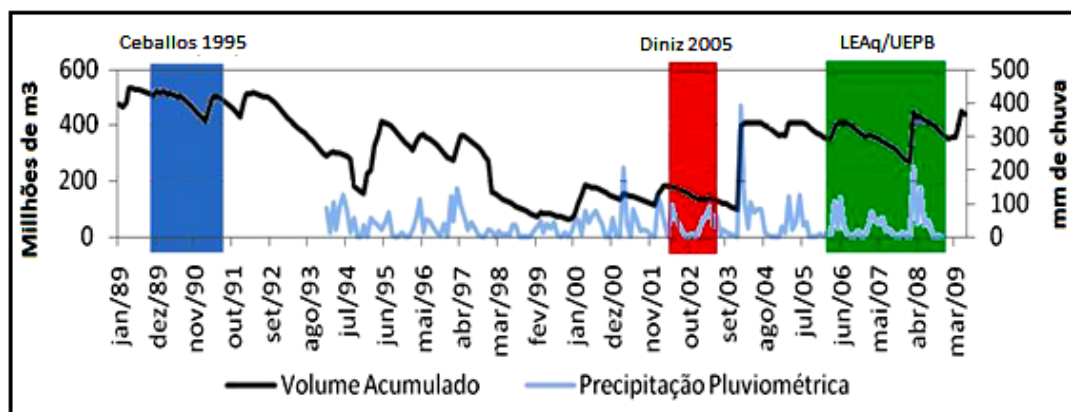


Figura 2 Variação do volume de água acumulado e da precipitação pluviométrica no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, 1989-2009 (PARAÍBA, 2009).

A Figura 3 mostra que a transparência da água do açude Boqueirão apresentou-se, entre os anos de 2001 e 2008, mais elevada nas secas: 4 (nov./05-mar./06), 5 (jul./06-jan./07) e 6 (jun.-dez./07) e na chuva 6 (fev.-abr./07), com valores médios superiores a 3,5m. Houve uma drástica redução da transparência no ano de 2008, com menores valores na chuva 7 ($x=0,6m$ – abr./08), que pode está associada a elevada precipitação pluviométrica (206,3mm – mar/08) ocorrida no mês imediatamente anterior a coleta, e que foi 40% da precipitação acumulada de 2008.

Correlação negativa entre transparência e precipitação pluviométrica ($p= -0,371$) indicou que os eventos de chuvas provocaram as alterações da transparência, particularmente quando as coletas corresponderam ao início do período chuvoso, transportando material da bacia de drenagem depositado durante a estiagem e causando maior impacto na qualidade da água.

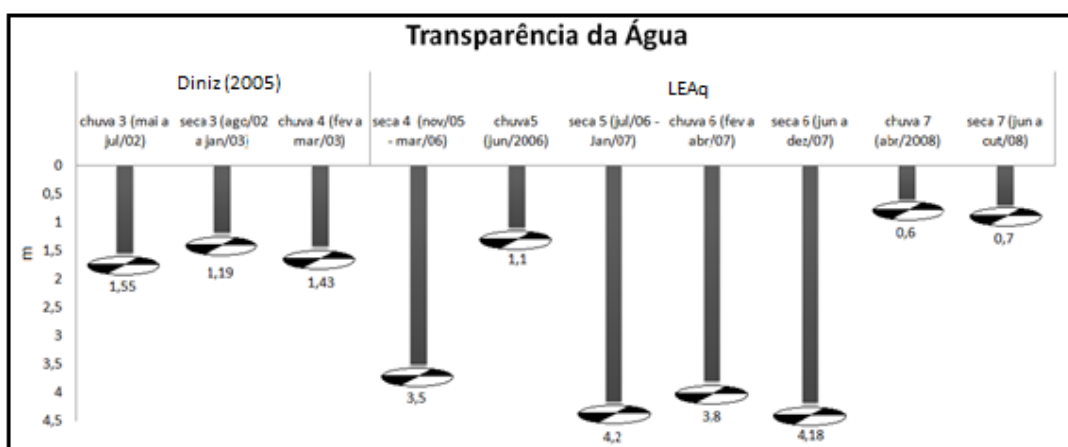


Figura 3 Valores médios de transparência da água nos períodos no período de 2002 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

A análise dos dados de temperatura da água mostrou valores médios entre 23,6°C (fev.- jul./91, chuva 2) e 29,6°C (fev.-abr./07, chuva 6) e uma amplitude média de 6°C, com os maiores variações, dentro de um mesmo período, entre 1991 e 1995 (CEBALLOS, 1995) e 2002 e 2003 (DINIZ, 2005). As águas mais quentes ocorreram entre os anos de 2003 a 2008 e corresponderam, geralmente, às épocas chuvosas (Figura 4).

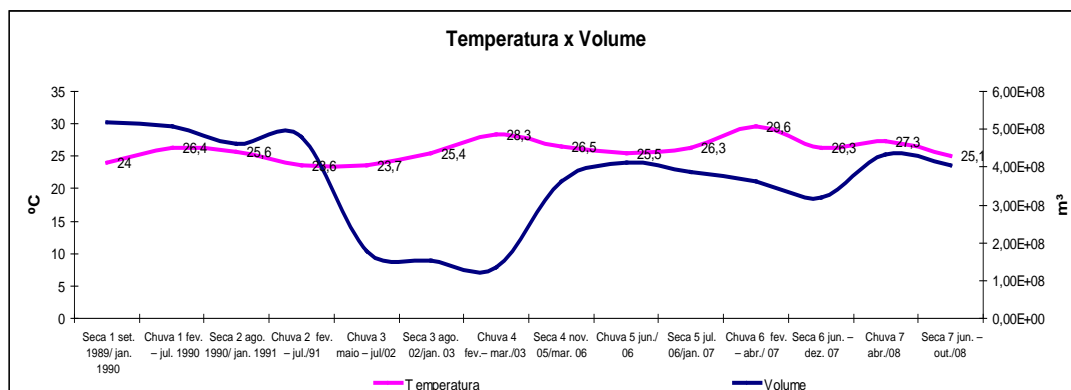


Figura 4 Variação média da Temperatura da Água e Volume, no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

O pH do açude Epitácio Pessoa (Figura 5) variou entre $x = 9,11$ (jun.- dez./07, seca 6) e $x = 7,4$ (abr./08, chuva 7). Os maiores valores médios de pH ($x = 9,11$, seca 6 - jun.-dez./07) e de clorofila "a" ($x = 9,96$, seca 4 - nov./05-mar./06), na época de estiagem, estão associados a concentração de bicarbonatos naturalmente presentes nas águas da região e à atividade fotossintética.

Ainda que discretas, as variações de pH, observadas ao longo das épocas, no açude Boqueirão, foram provocadas por fatores climáticos principalmente as chuvas e pelo material que elas transportam. A correlação negativa entre o pH e a precipitação pluviométrica ($p = -0,445$), sugere a ação acidificante das chuvas sobre as águas do açude.

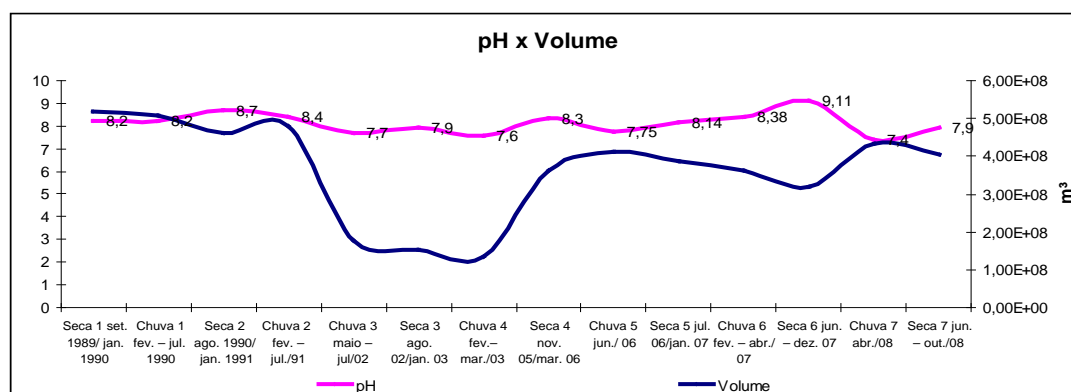


Figura 5 Variação média do pH e Volume no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

Os valores de Condutividade Elétrica revelaram-se mais elevados durante o estudo realizado por Diniz (2005) ao longo das três primeiras épocas analisadas (525µS/cm - chuva 3, 566µS/cm - seca 3 e 633µS/cm - chuva 4) (Figura 6). Entre os anos de 2002 a 2003, o volume armazenado no açude Epitácio Pessoa era de 204.553.870m³ (45,41% da capacidade total de armazenamento), e foi reduzido para 147.867.579 m³ (35,4% da capacidade). Essa redução do volume, pode ter contribuído para a volatilização de gases e perda de água por evaporação e concentração dos sais, aumentando a condutividade elétrica da água (DINIZ, 2005). Esses resultados podem ser confirmados através da correlação negativa da condutividade elétrica com o volume de água acumulado no açude ($p = -0,872$).

Entre os anos de 2005 a 2008, observa-se brusca redução dos valores de condutividade elétrica, que podem estar associados à elevação do volume das águas que funcionaram como um fator diluidor para a condutividade elétrica, pois houve um aporte de mais de 300 milhões de metros cúbicos no início de 2004.

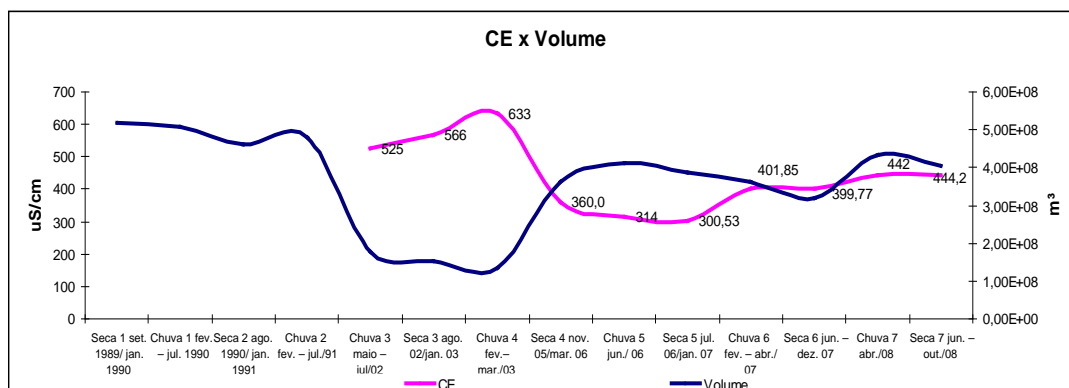


Figura 6 Variação média da Condutividade Elétrica (CE) e Volume no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

As maiores concentrações de oxigênio dissolvido (OD), foram evidenciadas no período de 1989 a 1991 (CEBALLOS, 1995), com médias superiores a 8,0mg/L (Figura 7). Houve correlação positiva e significativa do OD com a transparência ($p= 0,521$). Entre 2002 e 2003, o açude permaneceu bem oxigenado com médias superiores a 7,0mg/L. Ainda que relativamente um pouco inferiores às concentrações do período de 1989 a 1991, essas apresentaram-se próximas a 100% de saturação na água (DINIZ, 2005).

Nos anos seguintes, as concentrações foram diminuindo até chegar aos menores valores no ano de 2008, particularmente na chuva 7 ($x= 4,2\text{mg/L}$). Essas baixas concentrações de OD coincidem com menores valores de transparência da água. Esses dados podem indicar que a bacia de drenagem vem experimentando elevados impactos antropogênicos com crescente entrada de matéria orgânica, conseqüentemente, com maior taxa de decomposição, resultando no consumo de oxigênio dissolvido, diminuindo sua concentração. A correlação negativa do oxigênio dissolvido com o volume acumulado ($p= -0,556$) expressa esses resultados.

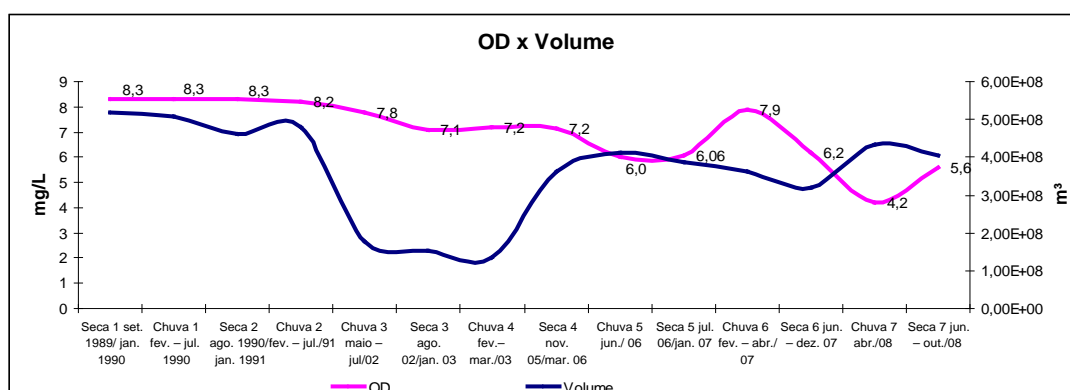


Figura 7 Variação média de Oxigênio Dissolvido (OD) e Volume no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

As concentrações médias de fósforo total (Figura 8) variaram entre 125 $\mu\text{g/L}$ (fev. - mar./03, chuva 4) e 4 $\mu\text{g/L}$ (jun./06, chuva 5), com os mais elevados entre 1991 e 2003 seguidos de baixas entre 2005 e 2006 e voltando a aumentar em 2008. Houve tendência de maiores contribuições no período de chuvas. O ortofosfato solúvel teve os maiores valores entre 2002 e 2003 na seca ($x=20 \mu\text{g/L}$, ago./02-jan./03), com diminuição após as chuvas de 2004 (Figura 9). A distribuição das concentrações da clorofila "a", ao longo das épocas foi marcada por sazonalidades (Figura 10). Entre 1989 e 1991 apresentou os maiores valores médios nas épocas chuvosas (3,3 $\mu\text{g/l}$ e 6,7 $\mu\text{g/l}$). Estes resultados foram associados com a introdução de algas exógenas, acúmulo sob efeito dos

ventos e com o aumento da produção fotossintética endógena. Além destes fatores a diminuição da irradiação no período chuvoso, propiciou a concentração do fitoplâncton nas camadas superiores onde foram realizadas as coletas e ainda o houve o efeito sinérgico desses fatores.

A partir da chuva 3 (2002), o comportamento dessa variável, foi inverso com aumentos das concentrações nas épocas de seca, principalmente na seca 4, onde ocorreram as maiores concentrações de todo o estudo (média 9,9 µg/L).

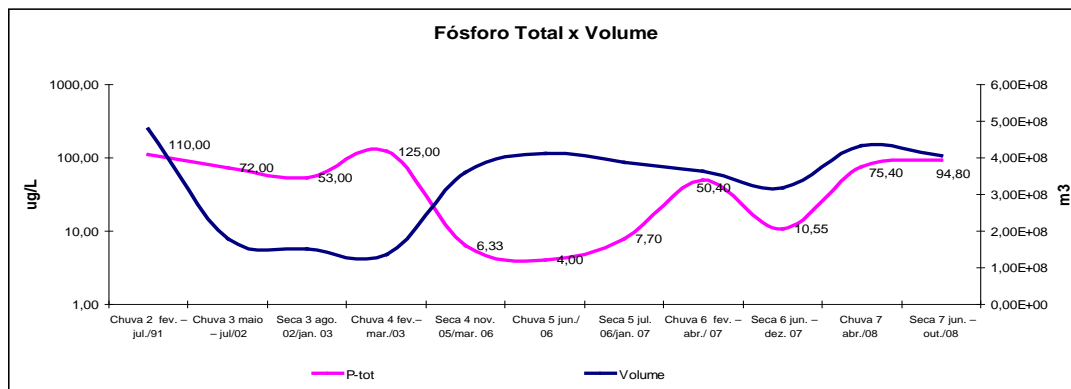


Figura 8 Variação média do Fósforo Total (P-tot) e Volume no período de 1991 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

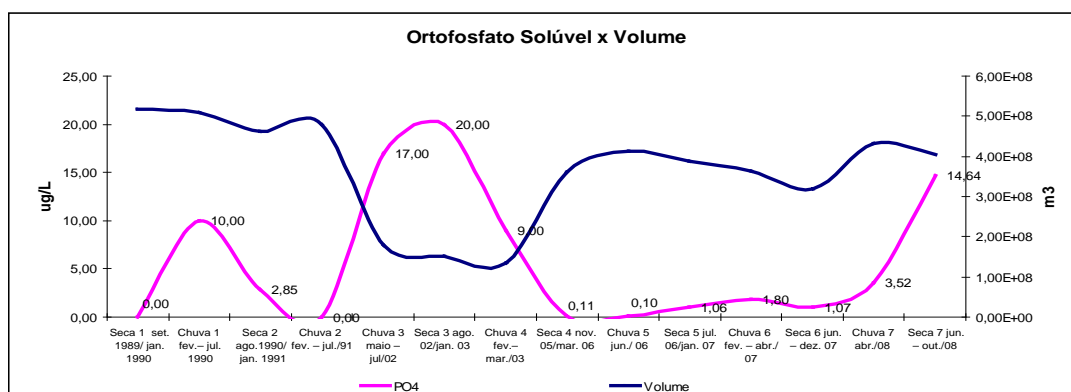


Figura 9 Variação média do Ortofosfato Solúvel (PO43-) e Volume no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

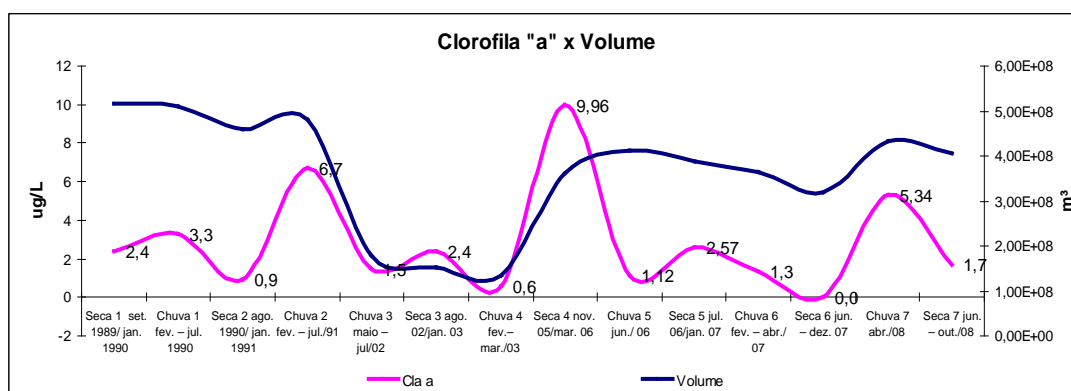


Figura 10 Variação média da Clorofila "a" e Volume no período de 1989 a 2008, açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)-PB.

A variação do IET de Carlson, modificação Toledo Jr, (1983) evidencia a passagem de oligo-mesotrófico para meso-eutrófico em 19 anos. As concentrações de fósforo total foram responsáveis pela elevação temporal dos níveis tróficos. Clorofila teve esse comportamento menos acentuados. A Figura 11 mostra as variações temporais do IET com o volume da água acumulada ao longo do tempo de estudo.

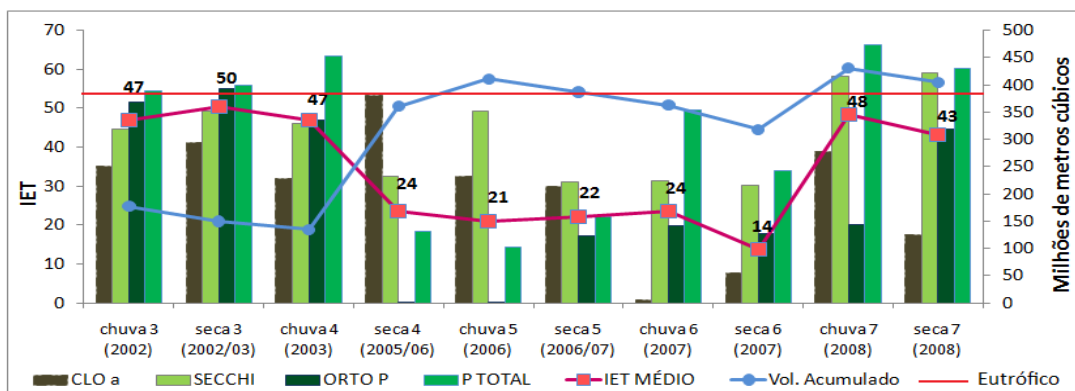


Figura 11 Variação do estado trófico no açude Epitácio Pessoa em função do volume de água acumulado entre 2002 e 2008.

As reduções dos nutrientes, expressas nas concentrações de compostos fosfatados, e consequentemente dos níveis de eutrofia observadas em 2005 e 2006 estão diretamente relacionados com as chuvas (883mm), pela diluição das partículas e da matéria orgânica presente nesse ecossistema. A inversão da dinâmica do IET-Médio em 2008 pode ser porque esse ano teve precipitação acima da média na bacia hidrográfica e em todo o Estado da Paraíba, chegando este ambiente lântico a apresentar características de um ambiente lótico, transbordando por mais de 120 dias com lâmina de água de escoamento de mais de 3m de altura (PARAÍBA, 2009). As correlações do IET-Médio e o volume acumulado (83,5%) (Figura 12) confirmaram a tendência de águas de melhor qualidade e baixo nível trófico com os maiores volumes de água s, revelando a melhoria da qualidade da água.

As regressões realizadas entre os valores do IET médio e os índices de cada uma das variáveis que o compõem, evidenciaram que os a série fosfatada e a transparência (IET-Ptotal = 69%; IET-PO4 = 64%; IET-Transp. = 56%) afetaram mais significativamente às variações do IET médio ao longo das épocas.

A análise de regressão entre o IET-Médio e o IET-Clo “a”, não se foi significativa (14%), indicando a baixa contribuição deste parâmetro no açude sob estudo.

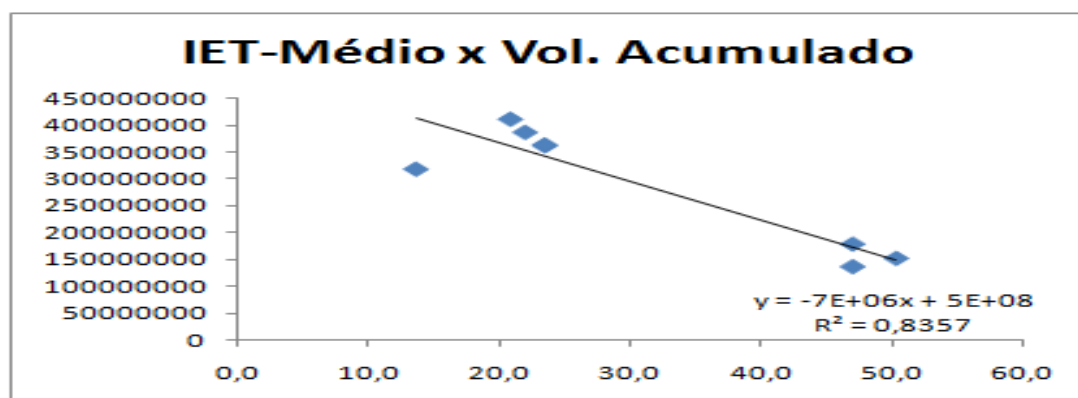


Figura 12 Regressão Linear entre o IET-Médio e o Volume das águas acumuladas no açude Epitácio Pessoa, nos anos entre 2002 e 2008.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O volume de água do açude, atuou significativamente como fator diluidor das concentrações de sais e nutrientes em períodos de cheia e com o incremento das concentrações nas épocas de estiagem.

A análise do período de 1989 a 2008 revelou que o açude Epitácio Pessoa passou de nível trófico de oligo-mesotrófico para meso-eutrófico em 19 anos evidenciando capacidade de diluir cargas poluidoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.
2. CEBALLOS, B. S. O. Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido. 1995. 192f. Tese (Doutorado) - Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Paulo.
3. DINIZ, C. R. Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias de dois açudes do trópico semiárido (PB). 2005. 193f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
4. GUIMARÃES, A. O. et al. Aspectos da gestão do açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005. Campo Grande. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2005. CD ROOM.
5. PARAÍBA. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Minerais. Caracterização das Bacias Hidrográficas in: Plano estadual de recursos hídricos do Estado da Paraíba – PERH/PB. Relatório Parcial, 2003.
6. PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Monitoramento dos volumes dos açudes. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes_acudes/indexVolumesAcudes.jsp>. Acesso em: 12 fev. 2009.
7. RÊGO, J. C.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; RIBEIRO, M. M. R. Uma Análise da Crise 1998-2000 no Abastecimento d'Água de Campina Grande – PB. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 4, 2000, Natal. Anais... Natal: ABRH, 2000. v. 2. p. 459-468.
8. TOLEDO JUNIOR, A. P. et al. A aplicação de modelos simplificados para avaliação do processo de eutroficação em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 12. 1983, Camboriú. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1983, p. 34.