



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ – REITORIA DE PÓS – GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

LEANDRO GOMES VIANA

**DINÂMICA DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO DURANTE
PERÍODO DE ESTIAGEM PROLONGADA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

LEANDRO GOMES VIANA

**DINÂMICA DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO DURANTE
PERÍODO DE ESTIAGEM PROLONGADA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado de
Ciência e Tecnologia Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do título de mestre em Ciência
e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Qualidade de
Sistemas Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Joseline Molozzi

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

V614d Viana, Leandro Gomes.

Dinâmica de variáveis limnológicas em reservatório durante período de estiagem prolongada, semiárido Brasileiro [manuscrito] / Leandro Gomes Viana. - 2016.

51 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Joseline Molozzi, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Qualidade da água. 2. Mudanças climáticas. 3. Reservatórios artificiais. 4. Reservatório Boqueirão. I. Título.

21. ed. CDD 628.13

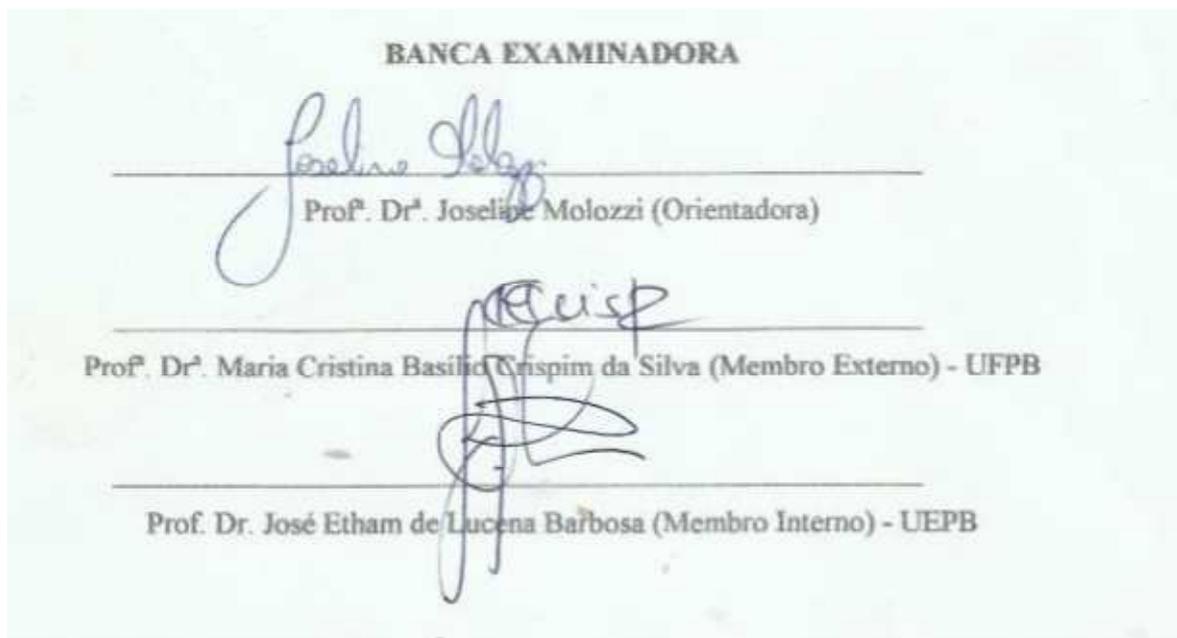
LEANDRO GOMES VIANA

DINÂMICA DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO DURANTE PERÍODO DE ESTIAGEM PROLONGADA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Mestrado de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Qualidade de Sistemas Ambientais.

Aprovado em: 27/06/2016.



Dedicatória

**A Deus pela força, sabedoria e saúde, e
a meus pais Geraldo e Marisa pelo amor e
incentivo que me deram em todos
os momentos de minha vida...**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e esperança de dias melhores e por permitir que eu realizasse meu sonho. Obrigado Senhor.

A meus pais Geraldo e Marisa, por seu carinho, educação e pelos cuidados até os dias de hoje. Muito obrigado!

Aos meus irmãos Leonardo e Lenilson por fazerem parte de minha vida e aguentar todos meus abusos. A meus amigos (ftaulo, Luiz, Otávio, Rosilberto, Tafarel, Jânio, Mayara e Madson) por ter sempre dado força e acreditado em mim.

Aos amigos e amigas do Leaq (Laboratório de Ecologia Aquática - UFFB), Adriano, Janiele, Renata, Larissa, Vanessa, as Dayanes, Ranielle, Gustavo, ftaulo, Camila, Morgana, Iara, Sandra, Yasmin e ftatrícia. Muito obrigado pela convivência, festinhas, brincadeiras e ensinamentos e momentos de trabalho. Obrigado ftatrícia, Yasmin e Morgana, por aguentar meus abusos por todo esse tempo e por me ajudar nas coletas e nas análises física e química da água.

À minha Orientadora Joseline Molozzi, e a Co-orientadora Janiele França, obrigado pela confiança e em acreditar que eu podia concluir esse trabalho. Tudo que foi vivido com vocês durante esses anos, me fizeram crescer muito.

Ao ftrofessor José Etham de Lucena Barbosa por abrir espaço em seu laboratório para a realização das análises, incentivos e momentos de descontração.

Aos técnicos Adriano e Clímélia pelos bons conselhos, pelas manhãs e tardes de análises químicas.

Obrigado aos amigos e amigas do Laboratório de Ecologia de Bentos por sempre me ajudar quando precisava. Em especial a Evaldo e Daniele pelos conselhos, e a Monalisa pelo suporte e paciência em me ajudar nas análises estatísticas.

Obrigado Dani Danoninho, por me ajuda na árdua triagem do zooplâncton.

A Yasmin, minha amiga. Obrigada por cumprir o trato de não me deixar só nas coletas. Obrigada pelas vezes que me disse que eu não desistisse por que no final tudo dava certo. Obrigado por aguentar meus abusos junto com ftatrícia e pela amizade.

A ftatrícia. Agradeço desde o primeiro dia em que você entrou no Leaq, vindo de livre e espontânea vontade me ajudar na construção do meu projeto de mestrado. Obrigado por está sempre comigo durante esse árduo trabalho, mesmo ainda nestes instantes finais.

À Universidade Estadual da ftarabá e ao ftrograma de ftós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - UFFB, pelo a oportunidade de realização de sonho, meu mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de ftessoal de Nível Superior (CAftES) pela bolsa de mestrado, que me ajudou muito e permitiu minha dedicação a este trabalho.

O desenvolvimento desse trabalho não seria possível sem a participação de cada um de vocês. Muito obrigado a todos que participaram dessa caminha de forma direta ou indireta.

RESUMO

Dinâmica de Variáveis Limnológicas em Reservatório Durante Período de Estiagem Prolongada, Semiárido Brasileiro

Em regiões semiáridas, as características biológicas, físicas, químicas dos reservatórios artificiais podem ser influenciadas por flutuações no nível da água, as quais estão associadas a fatores climáticos e a demanda de água pela população. Ante o exposto o presente estudo teve como objetivo a analisar a dinâmica de variáveis limnológicas e a qualidade da água do reservatório Boqueirão durante período de estiagem prolongada. Para tanto, foram utilizados dados do banco do Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Estadual da Paraíba, período de Novembro/2005 a Dezembro/2012 e realizadas coletas mensais de Outubro/2014 a Setembro/2015 em um ponto próximo ao barramento, sendo aferidos parâmetros físicos (transparência da água, pH, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e volume hídrico do reservatório), e químicos (oxigênio dissolvido, fósforo total, fósforo reativo solúvel, nitrato, nitrito, n-amoniaco e nitrogênio total) e biológico (clorofila-a). Durante o período de estiagem o reservatório apresentou águas com temperaturas oscilando entre 23,06 e 26,70 °C, pH variando de levemente ácido a alcalino, alta condutividade e concentrações de sólidos dissolvidos totais, fósforo reativo solúvel e n-amoniaco. Correlações positivas e significativas foram observadas entre o nitrogênio total, temperatura da água e o volume do reservatório. Correlações negativas e significativas foram observadas entre o volume do reservatório e o pH, a condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, turbidez, fósforo total, fósforo reativo solúvel e o N-amoniaco. Constatou-se que a redução do volume do reservatório, favoreceu a concentração dos nutrientes e por consequência o crescimento da biomassa algal nos primeiros meses do período de estiagem. Observou-se também uma redução significativa na transparência da água, que interferiu na dinâmica do fitoplâncton nos últimos meses do período de estiagem.

Palavras-chave: Semiárido. Mudanças Climáticas. Nível da Água.

ABSTRACT

Limnological Variables Dynamics in Reservoir during Drought Period Extended, Brazilian Semiarid

In semi-arid regions, biological, physical and chemical characteristics of artificial reservoirs can be influenced by fluctuations in the water level, which are associated with climatic factors and the demand for water by the human population. Based on the foregoing the present study aimed to analyze the dynamics of limnological variables and the water quality of the Boqueirão reservoirs during prolonged dry season. Therefore, are used data from Aquatic Ecology Laboratory databases of the State University of Paraíba, period November/2005 to December/2012 and conducted monthly collections between October/2014 and September/2015 at a point near the bus, being measured physical parameters (water clarity, pH, temperature, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids and water volume of the reservoir), chemical (dissolved oxygen, total phosphorus, soluble reactive phosphorus, nitrate, nitrite, N-ammoniacal and total nitrogen) and biological (chlorophyll-a). During the dry season the reservoir had water with temperatures ranging between 23.06 and 26.70 ° C, pH ranging from slightly acid to alkaline, high conductivity and total dissolved solids concentrations, soluble reactive phosphorus and N-ammoniacal. Positive and significant correlations were observed between total nitrogen, water temperature and the volume of the reservoir. Negative and significant correlations were observed between the reservoir volume and pH, electrical conductivity, total dissolved solids, turbidity, total phosphorus, soluble reactive phosphorus and n-ammoniac. It was found that the reduction of the tank volume, favored the concentration of nutrients and therefore the growth of algal biomass with the beginning of the dry period. There was also a significant reduction in water transparency, which interfered in the dynamics of phytoplankton in the last months of the dry season.

Keywords: Semi-arid. Climate Changes. Water Level.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reservatório e ponto de amostragem do Reservatório Epitácio Pessoa localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.....	21
Figura 2: Valores da média histórica de precipitação, precipitação acumulada mensal e variação do volume acumulado do reservatório de Boqueirão, período de Janeiro/2011 a Setembro/2015.....	24
Figura 3: Perfil vertical de temperatura (°C) no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.....	26
Figura 4: Perfil vertical do pH no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.....	28
Figura 5: Perfil vertical do oxigênio dissolvido no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.....	29
Figura 6: Variação da condutividade elétrica no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	30
Figura 7: Variação das concentrações de sólidos totais dissolvidos no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.....	31
Figura 8: Variação dos valores de turbidez no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.....	31
Figura 9: Variação da clorofila-a no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	32

Figura 10: Variação de fósforo total no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	33
Figura 11: Variação de fósforo reativo solúvel no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	33
Figura 12: Variação do nitrogênio total no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	34
Figura 13: Variação do nitrato no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	35
Figura 14: Variação do nitrito no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	35
Figura 15: Variação do nitrogênio amoniacal no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do LEAq.....	36
Figura 16: Variação da transparência do disco de Secchi no reservatório de Boqueirão.....	37
Figura 17: Gráficos das análises de regressões das variáveis ambientais analisadas durante o estudo.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização do reservatório Epitácio Pessoa-PB.....	21
---	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	PERGUNTA E HIPÓTESE.....	14
3	OBJETIVOS.....	14
3.1	OBJETIVO GERAL.....	14
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	DETERIORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	15
4.2	REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA.....	15
4.3	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA	16
4.4	RESEVATÓRIOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS.....	19
5	METODOLOGIA.....	21
6	RESULTADOS.....	24
6.1	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS.....	25
6.2	VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS.....	26
6.3	CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS E O VOLUME ACUMULADO.....	37
7	DISCUSSÃO.....	39
8	CONCLUSÃO	44
9	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Nordeste do Brasil o combate à seca nas últimas décadas tem sido realizado mediante fornecimento de água superficial armazenada em reservatórios (BOUVY et al., 1999). A construção desses sistemas foi crucial para a sua ocupação e desenvolvimento de atividades econômicas da região, através do suprimento de água para o abastecimento público, dessedentação animal e piscicultura (FREITAS; RIGHETTO; ATTAYDE, 2011).

Os reservatórios são ecossistemas aquáticos artificiais resultantes do represamento de um rio em uma bacia hidrográfica (BARBOSA et al., 2012). São sistemas que agregam usos múltiplos, como a irrigação, piscicultura, transporte, turismo e abastecimento humano (POOLMAN; VAN DE GIESEN, 2006).

Os reservatórios artificiais no semiárido do Brasil apresentam características limnológicas peculiares. Suas características biológicas, físicas e químicas podem ser influenciadas por flutuações no nível de água, as quais estão associadas a fatores climáticos e a demanda de água pela população (NASELLI-FLORES; BARONE, 2005; OLIVEIRA; MATTOS; BECKER, 2013).

No período chuvoso, geralmente os reservatórios tendem a uma água de melhor qualidade, devido ao efeito da diluição e da renovação da água pelo extravasamento (OLIVEIRA, 2012). No período de seca, estes sistemas são propensos a terem o seu estado trófico aumentando para condições eutróficas, decorrente da alta taxa de evaporação e concentração de nutrientes (COSTA et al., 2009; BARBOSA et al., 2012).

Na região semiárida Brasileira caracterizada principalmente pela irregularidade das chuvas, a evapotranspiração geralmente supera a precipitação, provocando a perda de grande parte das águas superficiais dessa região (BARBOSA et al., 2012). Nessa região a intermitência dos rios, as altas taxas de evapotranspiração e características geológicas e do relevo da bacia de drenagem, que facilitam o carreamento de nutrientes para os reservatórios, tendem a aumentar os níveis de nutrientes e o tempo de residência da água dos mesmos, favorecendo a eutrofização (COSTA et al., 2009; FREITAS; RIGHETTO; ATTAYDE, 2011; OLIVEIRA, 2012; MEDEIROS et al., 2015). Alguns estudos já evidenciaram que condições mais rasas em reservatórios em regiões semiáridas estão associadas com altas concentrações de fósforo total, fósforo reativo solúvel, nitrato, turbidez, condutividade, biomassa algal e a

condições mais eutróficas (NASELLI-FLORES, 2003; GERALDES; BOAVIDA, 2007; MAC DONAGH; CASCO; CLAPS, 2009; BRAGA et al., 2015).

Com a aceleração do processo de eutrofização mudanças ocorrem nos parâmetros bióticos e abióticos dos ecossistemas aquáticos, refletindo-se diretamente na qualidade da água desses sistemas (DODDS et al., 2009), dentre elas, as florações do fitoplâncton, e a depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, que pode provocar a morte de organismos aquáticos aeróbios (CARPENTER et al., 1998; MOSS et al., 2011).

Estados avançados de eutrofização podem provocar ainda “blooms” de cianobactérias, em que a literatura reporta que vários gêneros de cianobactérias podem produzir toxinas que têm efeitos sobre a saúde humana e provocam aumento nos custos para o tratamento da água (HOEGER et al., 2004; FERRÃO-FILHO; MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Estudos que visem o entendimento do comportamento hidrodinâmico e dos aspectos limnológicos destes ambientes, são importantes para a compreensão das funções ecológicas, econômicas e sociais desses sistemas, fato que possibilita o desenvolvimento de políticas públicas para o uso da água e ações de controle da poluição hídrica.

Visto que alguns fatores climáticos, como baixa precipitação e altas taxas de evaporação da região semiárida podem alterar em grande escala a qualidade da água armazenada em reservatórios, o presente estudo buscar analisar a dinâmica de variáveis limnológicas de um reservatório durante período de estiagem prolongada.

2 PERGUNTA E HIPÓTESE

Pergunta: A redução do volume acumulado em reservatório no período de estiagem aumentará as concentrações de fósforo reativo solúvel, sólidos dissolvidos totais, N-amoniacoal e condutividade elétrica?

Hipótese: A redução do nível de água acumulada em reservatório durante período de estiagem prolongada aumenta as concentrações de fósforo reativo solúvel, sólidos dissolvidos totais, N-amoniacoal e condutividade elétrica, tendo em vista que o processo de estiagem favorece esse processo.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar a dinâmica de variáveis limnológicas do açude Boqueirão, durante período de estiagem prolongada.

3.2 Específicos

- Avaliar as características limnológicas do reservatório;
- Identificar padrões das variáveis limnológicas do reservatório durante período de estiagem prolongada;
- Gerar informações que possam ser utilizadas no manejo e gestão do reservatório.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Deterioração dos Recursos Hídricos

Nas últimas décadas, os recursos hídricos têm sido deteriorados rapidamente, colocando em risco as fontes de suprimento de água em todo o mundo.

Atualmente, a principal causa da crise da água no mundo, são os múltiplos usos dos recursos hídricos pelas atividades humanas sem planejamento, que resultam no incremento do consumo e no rápido decréscimo da qualidade da água (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Atividades antropogênicas como a urbanização, a indústria e agricultura são indispensáveis para o desenvolvimento das cidades, porém geram grandes impactos aos recursos hídricos (HEPP et al., 2012), acarretando em alterações físicas, químicas e biológicas nos ecossistemas aquáticos que conduzem ao desequilíbrio da flora e fauna, além de causar prejuízos econômicos relacionados com os custos do tratamento da água (HEPP et al., 2010; SENSOLO et al., 2012).

O aporte de efluentes resultantes das atividades indústrias e agrícolas, aos corpos hídricos como rios, lagos e reservatórios alteram as características limnológicas das águas, como por exemplo, podem reduzir a concentração de oxigênio dissolvido, aumentar as concentrações de nutrientes e causar bruscas variações de pH, que podem afetar a biota aquática (ZALIDIS et al., 2002; KONIG et al., 2008).

Diante da atual crise hídrica, têm-se buscado diversas estratégias para a gestão e recuperação dos ambientes aquáticos continentais, sendo uma delas o gerenciamento em nível de bacia hidrográfica.

Dentre as ações para a gestão de bacias hidrográficas, destacam-se o monitoramento e o diagnóstico das condições limnológicas e ecológicas, o manejo e adequação legal de suas atividades (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

4.2 Região Semiárida Brasileira

A região semiárida Brasileira é considerada a mais populosa do mundo, com uma população de 22 milhões de pessoas, o que corresponde a 11,8% da população Brasileira (GALVÍNCIO, 2008; BARBOSA et al., 2012). Essa região compreende uma área de 980.133,079 km², onde estão inseridos 1.135 municípios de nove estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) totalizando

cerca de 11% do território do Brasil (NEVES et al., 2010). A maior parte do seu território é coberta pelo bioma Caatinga cuja composição não é uniforme em toda a sua extensão, apresentando uma grande variedade de paisagens, de espécies animais e vegetais, nativas e adaptadas, com alto potencial e que garantem a sobrevivência das famílias de agricultores da região (GOMES, 2014).

A região semiárida Brasileira é formada por áreas que são caracterizadas pelo balanço hídrico negativo, em decorrência de precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, restrita a poucos meses do ano (época de inverno), evaporação de 2.000 mm ano⁻¹, insolação média de 2800 h ano⁻¹, temperatura média anual de 23 °C a 27 °C, e umidade relativa do ar média em torno de 50% (MOURA et al., 2007).

O clima é uma das características mais relevantes do semiárido, principalmente devido à ocorrência de secas estacionais e periódicas (MENDES, 1997).

A precipitação pluviométrica na região semiárida Brasileira é marcada pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva, e conseqüentemente, em eventos de “seca” (CORREIA; JESUS JUNIOR, 2011). Neste contexto, o Estado da Paraíba, onde se verificam os menores índices pluviométricos do Nordeste, média pluviométrica <700 mm (CORREIA; JESUS JUNIOR, 2011) é um dos mais agravados pelas conseqüências das secas extremas ocorrentes na região Nordeste.

Os efeitos potenciais das mudanças climáticas na região Semiárida Brasileira, previstos são o aumento da intensidade do efeito da seca, com a redução da chuva, aumento da temperatura e das taxas de evapotranspiração, redução da disponibilidade hídrica superficial e redução das cargas subterrâneas (MONTENEGRO; RAGAB, 2012; ROLAND et al., 2012).

4.3 Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

A bacia hidrográfica pode ser definida como a unidade biogeofisiográfica que drena para um rio, lago, represa ou oceano (TUNDISI et al., 2008). A bacia hidrográfica é considerada como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída (PORTO; PORTO, 2008). Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório, onde estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema (TUCCI, 1997).

A bacia hidrográfica do rio Paraíba é a segunda maior do Estado da Paraíba, com abrangência de 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total (AESAs, 2008). Essa bacia além de ser considerada uma das mais importantes do semiárido nordestino, estende-se desde o litoral paraibano até o Planalto da Borborema, sendo composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e as regiões correspondentes ao Alto, Médio e Baixo cursos do rio Paraíba (AESAs, 2008).

Segundo a classificação de Köppen (1948), essa região tem clima tipo BSw'h', isto é, semiárido quente com altas taxas de evaporação. O regime pluviométrico é marcadamente irregular, tanto em nível mensal como anual, com uma estação chuvosa e outra seca. A pluviometria média anual varia entre 600 a 1.100 mm e a umidade relativa do ar de 68% a 85%. Nessa bacia foram construídos, pelos governos Federal e Estadual, vários açudes públicos que são utilizados para abastecimento das populações humanas e rebanhos, irrigação, pesca, além da recreação, lazer e turismo regional (SILVA, 2006).

A região apresenta geologia com predominância do complexo cristalino, sem possibilidade de formação de reservas subterrâneas capazes de realimentar adequadamente os cursos d'água superficiais.

O Estado da Paraíba possui 124 reservatórios públicos artificiais que são monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), quanto ao volume acumulado e à precipitação pluviométrica local, e o monitoramento qualitativo realizado pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA). Estes reservatórios são destinados a usos múltiplos, no entanto, têm o abastecimento público como função prioritária (AESAs, 2015).

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006), em todo o estado da Paraíba, as atividades antrópicas mostram-se bastante acentuadas, atingindo 65% de sua área total. Como resposta aos estresses antropogênicos e ambientais e ainda aos fatores climáticos, morfométricos e os hidráulicos (largo espelho de água, pouca profundidade e alto tempo de retenção da água) a maioria desses ecossistemas dos reservatórios do Estado da Paraíba estão eutrofizados (VASCONCELOS et al., 2011), com áreas ao seu entorno ocupadas com agricultura irrigada, pecuária e moradias, além do desenvolvimento da piscicultura extensiva e intensiva, desenvolvida em suas águas (PARAÍBA, 2011).

Dentre os reservatórios pertencentes à Bacia do Rio Paraíba, o açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) é o terceiro em capacidade de acumulação no estado, localizado na mesorregião da Borborema, especificamente na microrregião do Cariri Oriental paraibano. O mesmo faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, formada pelo Alto Paraíba e sub-bacia do Rio

Taperoá, cuja zona de barramento, localiza-se no exutório da região do Alto Paraíba e início do seu curso Médio. Abastece com água potável os municípios de Campina Grande, Martinhas, Pocinhos, Boqueirão, Cabaceiras, Boa Vista, Juazeirinho, Soledade, São Vicente do Seridó, Pedra Lavrada, Olivados e Sossego, cujo tratamento aplicado na ETA (Estação de Tratamento de Água) é do tipo convencional ou também denominado de Ciclo Completo, que consta das etapas sequenciais de coagulação química, floculação e sedimentação, seguidas de filtração por filtro de areia e desinfecção (cloração) (AESAs, 2015).

Segundo a classificação de Köeppen (1948), a região em torno do açude Epitácio Pessoa está inserida no clima do tipo Bsh', ou seja, semiárido quente, com estação seca atingindo um período que compreende de nove a dez meses. As variações de temperatura atingem mínimas mensais de 18 a 22 °C entre os meses de julho e agosto, e máximas mensais de 28 a 31 °C entre os meses de novembro e dezembro. O regime pluviométrico apresenta precipitações médias anuais que variam entre 250 e 750 mm, sendo os totais anuais concentrados em um período de quatro meses, que, geralmente, correspondem aos meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio (AESAs, 2015).

Boqueirão, nos últimos anos, vem passando por redução drástica de seu volume acumulado que está em iminência de causar o colapso do sistema de abastecimento da cidade de Campina Grande, com mais de 400.000 habitantes, a segunda maior do Estado e a principal cidade abastecida por este reservatório.

Atualmente, o reservatório vem sendo afetado por atividades antrópicas desenvolvidas na sua bacia de drenagem, como a irrigação, pastagem, carcinocultura, agricultura de subsistência, etc., que associadas com a redução do volume acumulado resultante da demanda de água, tende a provocar a deterioração da qualidade da água e conseqüentemente uma crise hídrica e racionamento da água ofertada às principais cidades abastecidas pelo reservatório.

Diante do exposto, estudos de parâmetros limnológicos das águas deste reservatório em períodos de estiagens prolongadas vêm a contribuir com o conhecimento de seu funcionamento e com o fornecimento de informações aos gestores públicos para o manejo e gestão adequada do mesmo.

4.4 Reservatórios em Regiões Semiáridas

Os reservatórios são sistemas artificiais e intermediários entre rios e lagos, apresentando características morfométricas e hidrológicas distintas, com alta taxa de renovação da água e organizações vertical e horizontais características (RIBEIRO-FILHO et

al., 2011). São sistemas que agregam usos múltiplos, como a irrigação, piscicultura, transporte, turismo e abastecimento humano.

Os reservatórios foram construídos principalmente como um mecanismo preventivo ao problema da estiagem, garantindo o abastecimento público (KONIG et al., 1990), além de serem fundamentais para o desenvolvimento social e econômico da região semiárida Brasileira (LIMA et al., 2012). Estão submetidos à intensa pressão humana devido aos benefícios para abastecimento, irrigação, recreação e piscicultura (MUSTAPHA, 2008).

Além dos usos múltiplos, os reservatórios oferecem importantes funções, abrigando inúmeras espécies aquáticas (TUNDISI, 2007) e servindo como objetos de estudo de ecologia (THOMAZ; BINI, 1998).

A má gestão quanto à qualidade da água de reservatórios no semiárido desencadeia problemas como a eutrofização, salinização, propagação de doenças veiculadas pela água, problemas sanitários (ABÍLIO et al., 2006) e perda de biodiversidade relacionadas com a degradação ambiental e a introdução de espécies exóticas (LOCKWOOD; CASSEY; BLACKBURN, 2005).

Reservatórios em regiões semiáridas são expostos à variação drástica no volume de água acumulado (BOUVY et al., 2003; BARBOSA et al., 2012). Suas características biológicas, físicas, químicas podem ser influenciadas por flutuações no nível da água, as quais estão associadas ao abastecimento populacional e a fatores climáticos, como a taxa de precipitação pluviométrica (NASELLI-FLORES; BARONE, 2005; STRAŠKRABA; TUNDISI, 2013).

No período chuvoso, geralmente os reservatórios tendem a uma água de melhor qualidade, devido ao efeito da diluição e da renovação da água pelo extravasamento, decorrente do escoamento superficial (OLIVEIRA, 2012). No período de seca, estes sistemas são propensos a terem o seu estado trófico aumentando para condições eutróficas, decorrente da alta taxa de evaporação e concentração de nutrientes (BOUVY et al., 2003; COSTA et al., 2009; MEDEIROS et al., 2015).

A eutrofização em reservatórios destinados ao abastecimento público pode provocar vários problemas em decorrência do crescimento de macrófitas aquáticas e a proliferação de cianobactérias, dentre as quais vários gêneros são potencialmente produtores de cianotoxinas, que podem tanto afeta a biota aquática quanto a saúde humana (BITTENCOURT-OLIVEIRA; MOLICA; 2003; DODDS et al., 2009). Ademais, eutrofização acarreta prejuízos às atividades econômicas e os usos múltiplos aos quais os reservatórios estão destinados.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no reservatório Epitácio Pessoa- Boqueirão, localizado na região semiárida do Brasil (Tabela 1 e Figura 1), estado da Paraíba, bacia hidrográfica do Rio Paraíba.



Figura 1: Reservatório e ponto de amostragem do Reservatório Epitácio Pessoa localizado na bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

Tabela 1: Caracterização do reservatório Epitácio Pessoa-PB.

Reservatórios	Boqueirão
Localização	7°29'20"S 36°17'3"W
Capacidade (m ³)	418.088.514
Espelho d'água (m ²)	48443154.35
Ano de construção	1957
Tempo de residência (em anos)	3-5
Profundidade Máxima (m)	55,10

5.2 Coleta de dados

Neste trabalho utilizaram-se dados de fontes distintas conforme descritos a seguir:

(1) - Mediante campanha de coleta: As amostragens foram realizadas mensalmente ao longo de 12 meses (outubro de 2014 a setembro de 2015) em uma estação amostral (zona de

barramento – zona mais profunda) em quatro profundidades, mediante uso de amostrador (garrafa de Van Dorn - 5 L). A coleta, o transporte, a preservação e as análises das amostras foram realizadas segundo as recomendações descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

(2) – Mediante Banco de Dados do Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Estadual da Paraíba (Leaq-UEPB): Os dados obtidos do banco do Leaq serviram para uma melhor avaliação temporal da dinâmica de variáveis limnológicas do reservatório. Os dados utilizados foram correspondentes ao período de Novembro de 2005 a Dezembro de 2012.

5.3 Variáveis Analisadas

Foram medidas através de sonda multiparamétrica as seguintes variáveis: condutividade elétrica (C.E), turbidez, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (O.D) e sólidos dissolvidos totais (SDT). Para estimar a transparência da água, utilizou-se a profundidade de extinção obtida com o disco de Secchi. A zona eufótica foi obtida através do cálculo de 2,7 vezes a transparência da água estimada com o Secchi (COLE, 1975).

Para as análises de nutrientes dissolvidos (fósforo reativo solúvel, n-amoniacal, nitrito e nitrato) as amostras foram filtradas com filtro de fibra de vidro Whatman GF/C de 47 mm de diâmetro, acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas para posterior análise. As amostras não filtradas foram utilizadas para determinar as concentrações de fósforo total e nitrogênio total (APHA, 2012). Para determinação da concentração de clorofila-a foi utilizada a técnica de extração com acetona 90% como solvente e a fórmula proposta por Wetzel; Likens (2000).

Os dados de volume do reservatório e da precipitação pluviométrica foram disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A).

5.4 Análises Estatísticas

Foram realizadas análises descritivas dos dados limnológicos com auxílio do programa Microsoft Excel 2007.

Realizou-se ainda a análise não paramétrica teste Kruskal-Wallis, para verificar diferenças significativas ($p \leq 0,05$) temporais (entre os meses) e entre as profundidades com relação às variáveis limnológicas em estudo.

Análise de correlação não-paramétrica (Spearman) foi utilizada para determinar as relações existentes entre as variáveis limnológicas e o volume acumulado. Para as variáveis

que apresentaram correlação significativa ($p \leq 0,05$) foram realizadas análises de regressão linear simples, para determinar a influência da redução do volume acumulado sobre a dinâmica das variáveis limnológicas. Antes das análises de regressão linear os dados foram transformados em $\text{Log}(x+1)$. Posteriormente, à análise de regressão linear simples escolheram-se os modelos de regressão que apresentaram o maior valor do R^2 para as relações entre as variáveis. As análises de correlação de Spearman e de regressão linear foram realizadas utilizando o programa Statistica 7[®] (Statsoft Inc. 1996).

6 RESULTADOS

6.1 Variáveis Meteorológicas e Morfométricas

Durante o período de estudo, compreendido entre os meses de outubro de 2014 a setembro de 2015, precipitaram-se cerca de 508,8 mm de chuva na região do reservatório Boqueirão, distribuídos principalmente nos meses de Outubro de 2014 e Julho de 2015 (Figura 2). Durante a estação seca para a região, período de Junho a Agosto, a frequência e a intensidade de precipitação permaneceu baixa, exceto no mês de Julho de 2015 (Figura 2).

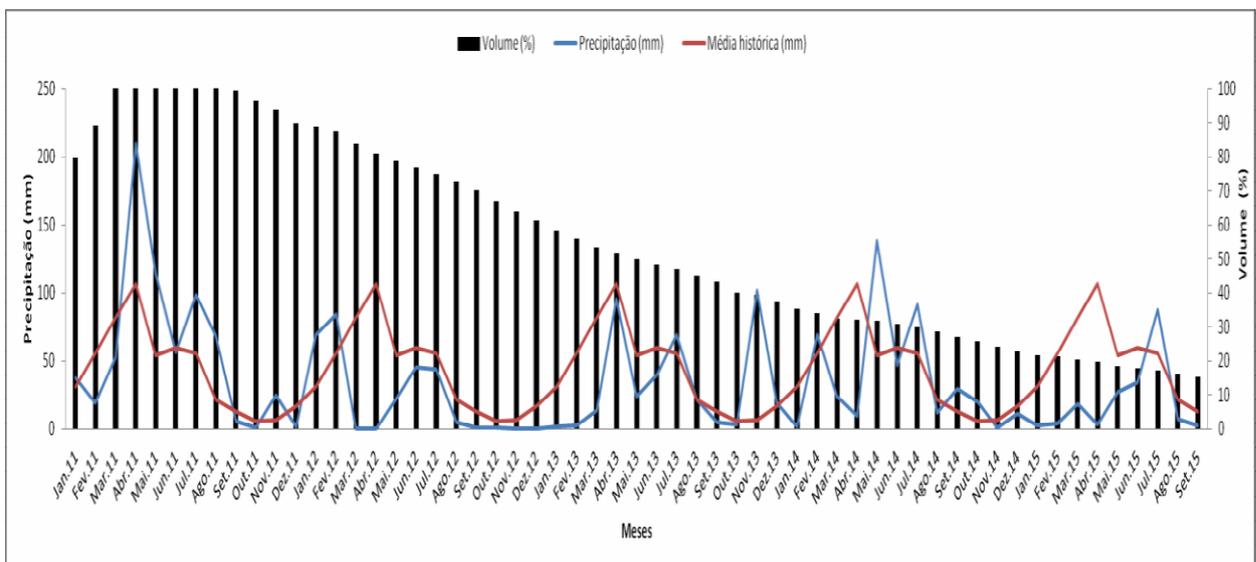


Figura 2: Valores da média histórica de precipitação, precipitação acumulada mensal e variação do volume acumulado do reservatório Boqueirão, período de Janeiro/2011 a Setembro/2015.

Mesmo com os valores de precipitação apresentando uma tendência de acréscimo a partir de Dezembro de 2014 a Julho de 2015, o volume acumulado do reservatório apresentou comportamento inverso, reduzindo-se ao longo do período de estudo (Figura 2). O reservatório Boqueirão permaneceu com 15,4% do seu volume acumulado inicial no final do estudo. Durante o período de estudo *in situ* o reservatório apresentou profundidade média ($Z_{med} = 19,78$), profundidades máxima ($Z_{max} = 24$ m) e mínima ($Z_{min} = 16,50$ m).

6.2 Variáveis Limnológicas

De forma geral, a temperatura da água apresentou valores entre 23,06 a 26,70 °C. As temperaturas foram geralmente mais altas na zona eufótica (Figura 3). As temperaturas mais elevadas foram registradas em Março/2015 e as menores nos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro de 2015 (Figura 3). Foram observadas microestratificações térmicas apenas nos meses de Fevereiro/2015, Março/2015, Maio/2015, Junho/2015 e Setembro de 2015 (Figura 3). Não houve diferença significativa temporal entre os valores de temperatura observados durante o estudo ($H=46.63$ e $p=0.3255$) e entre as profundidades ($H=44.258$ e $p=0.4183$). Quando comparados com a série histórica do Leaq, os valores da temperatura não apresentaram diferença significativa temporal ($H=83.337$ e $p=0.3476$) e entre as profundidades ($H=90.251$ $p=0.1819$).

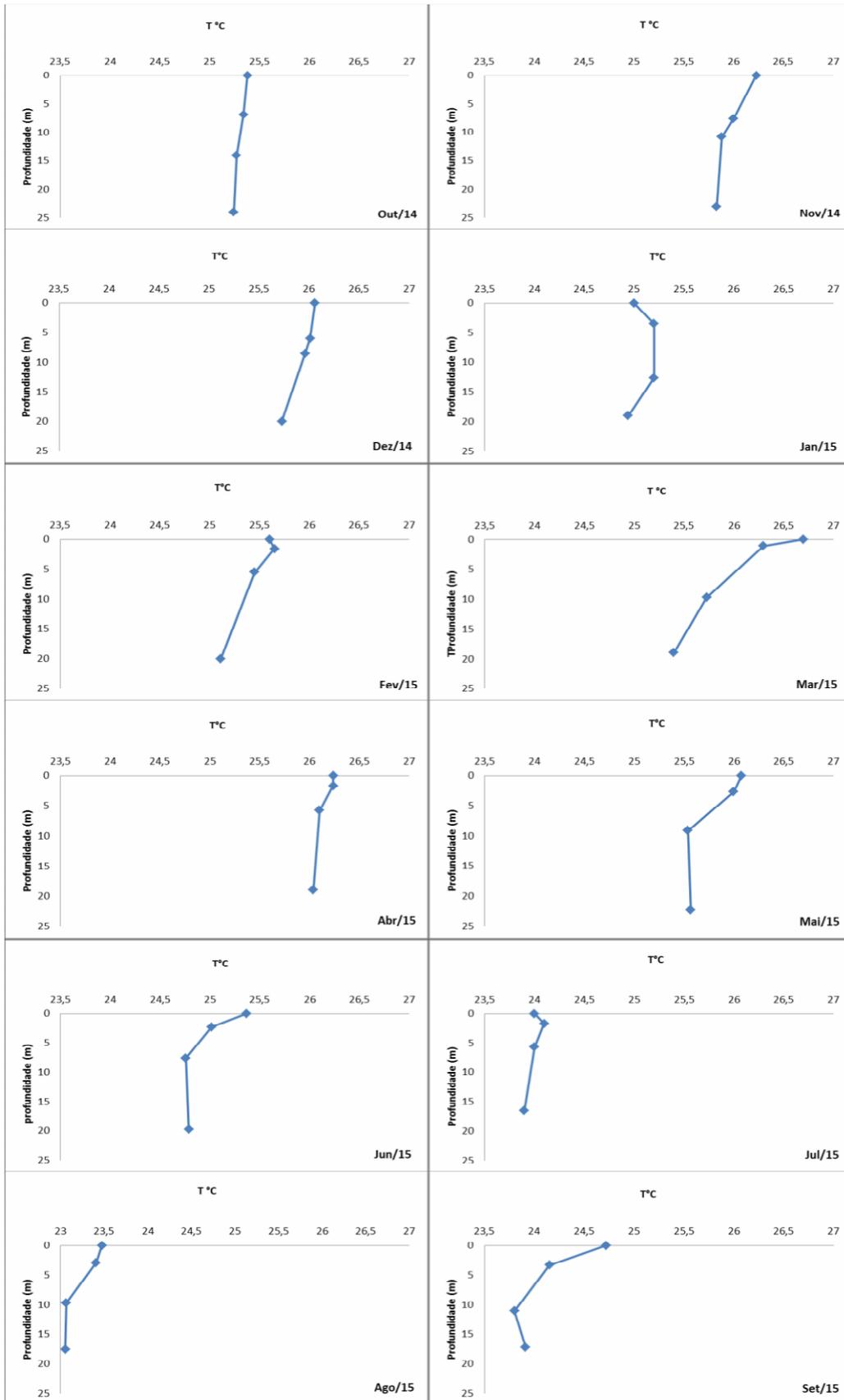


Figura 3: Perfil vertical de temperatura (°C) no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.

No reservatório Boqueirão, o pH variou de levemente ácido a alcalino (Figura 4). Os valores mais baixos de pH ocorreram na região do afótica, exceto nos meses Outubro/2014, Novembro/2014, Janeiro/2015, Fevereiro/2015, Junho/2015 e Agosto/2015, que embora com pouca variação, apresentaram as águas da zona afótica em condições mais básicas (Figura 4). Os maiores valores de pH foram registrados nos meses de Julho, Agosto e Setembro/2015. Os menores valores de pH foram registrados no mês de Fevereiro/2015. Não houve diferença significativa entre os valores de pH observados entre os meses ($H=46.74$ e $p=0.2485$) e entre as profundidades ($H=46.63$ e $p=0.3255$). Comparando-se os valores de pH com o dados da série histórica do Leaq, não foi também observado diferenças significativas temporais ($H=88.218$ e $p=0.2996$) e entre as profundidade ($H=86.011$ e $p=0.3594$).

Com relação à distribuição vertical de oxigênio dissolvido, foi observado a ocorrência de padrão clinogrado (Figuras 5). Os maiores valores de oxigênio dissolvido ocorreram nos meses de Dezembro/2014, Janeiro/2015, Agosto/2015 e Setembro/2015 e os menores nos meses de Abril/2015, Maio/2015 e Agosto/2015 (Figura 5). Condições de hipóxia na zona afótica foram observadas nos meses de Abril/2015, Maio/2015 e Agosto/2015. Não houve diferenças significativas temporais ($H=46.795$ e $p=0.3987$) e entre as profundidades ($H=42.692$ e $p=0.4846$) quanto aos valores de oxigênio dissolvido observados durante o estudo. Não foram observadas q diferenças significativas temporais ($H=122.87$ e $p=0.2078$) e entre as profundidades ($H=116.95$ e $p=0.3311$) quando os valores de oxigênio dissolvido foram comparados com os dados da série histórica do Leaq.

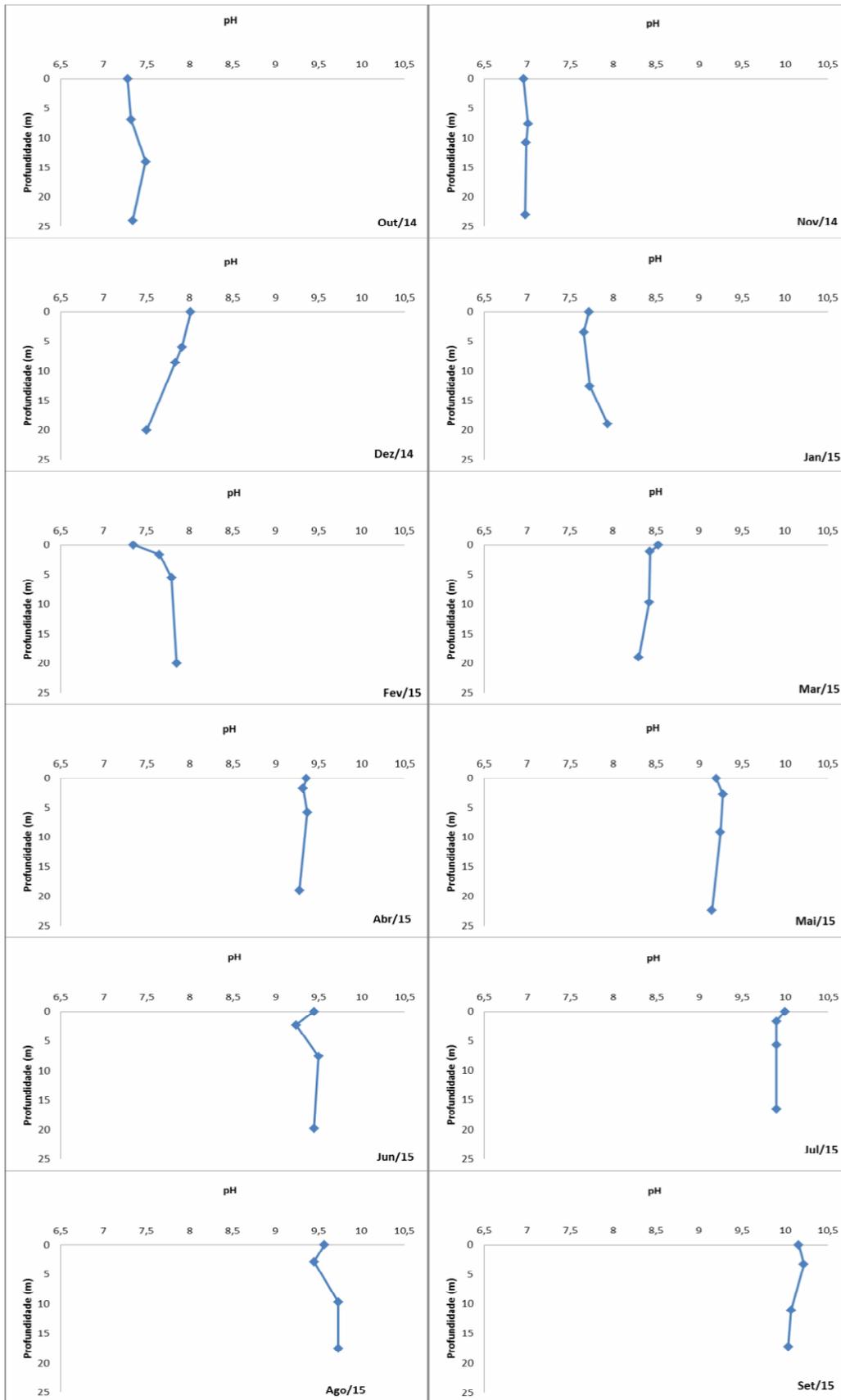


Figura 4: Perfil vertical do pH no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.

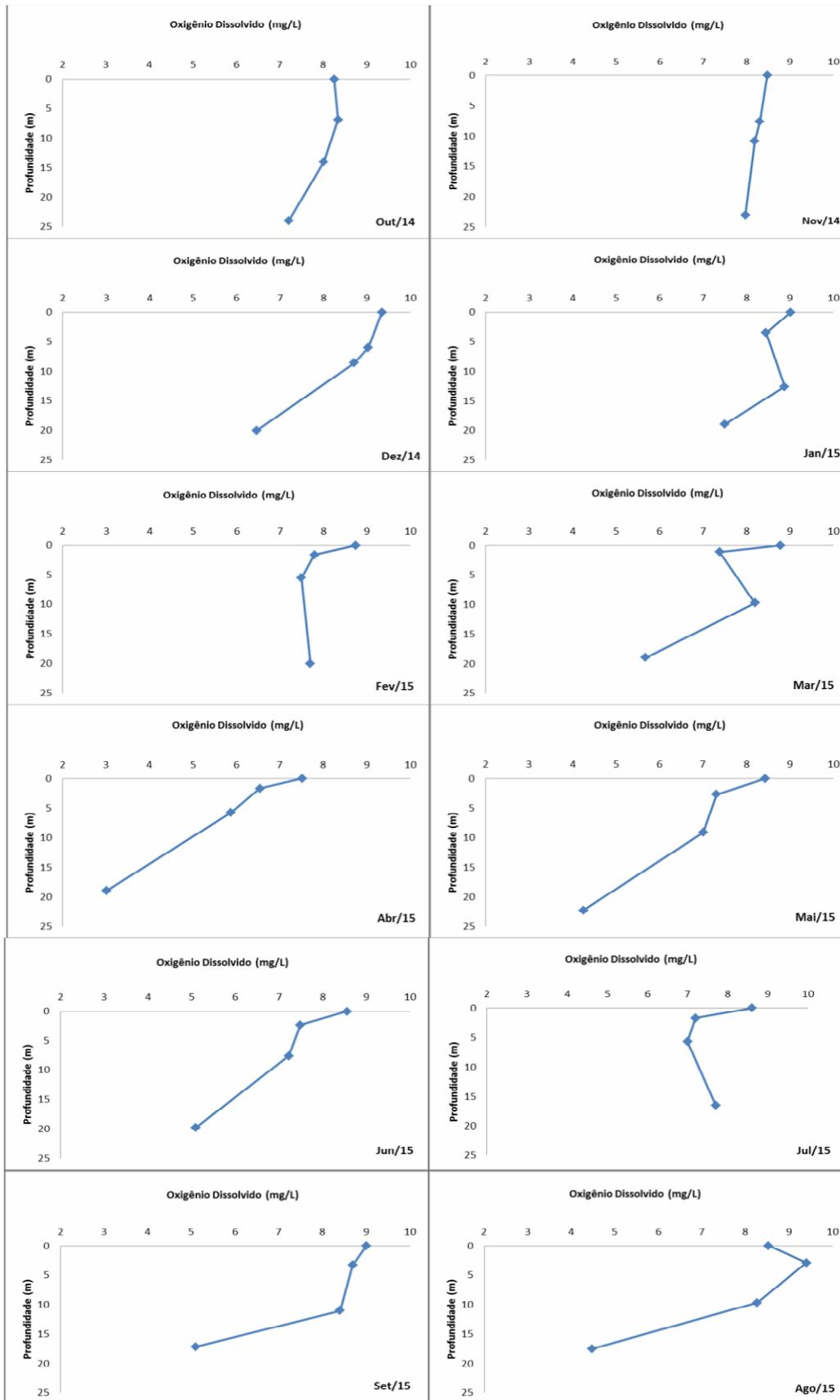


Figura 5: Perfil vertical do oxigênio dissolvido no reservatório de Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.

A condutividade elétrica apresentou uma tendência de aumento com a redução do volume do reservatório (Figura 5). Os valores mais altos da condutividade elétrica foram observados nos meses de Agosto/2015 e Setembro/2015 (Figura 6). A condutividade elétrica apresentou diferença significativa apenas temporal ($H=35.192$ e $p=0.00374$) entre os valores observados durante o período estudo, e quando estes foram comparados com os valores da série histórica do Leaq ($H=112.84$ e $p=0.004874$).

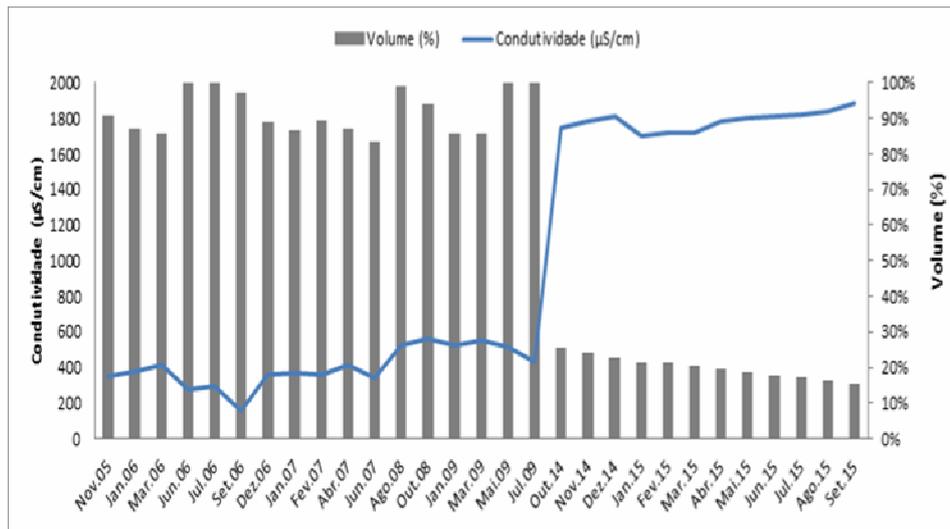


Figura 6: Variação da condutividade elétrica no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

As concentrações de sólidos dissolvidos totais também apresentaram uma tendência de aumento com a redução do volume do reservatório Boqueirão (Figura 7). Os maiores valores quanto a essa variável ocorreram em Setembro/2015 (Figura 7). Diferenças significativas apenas temporais foram observadas quanto a essa variável ($H=31.999$ e $p=0.001384$).

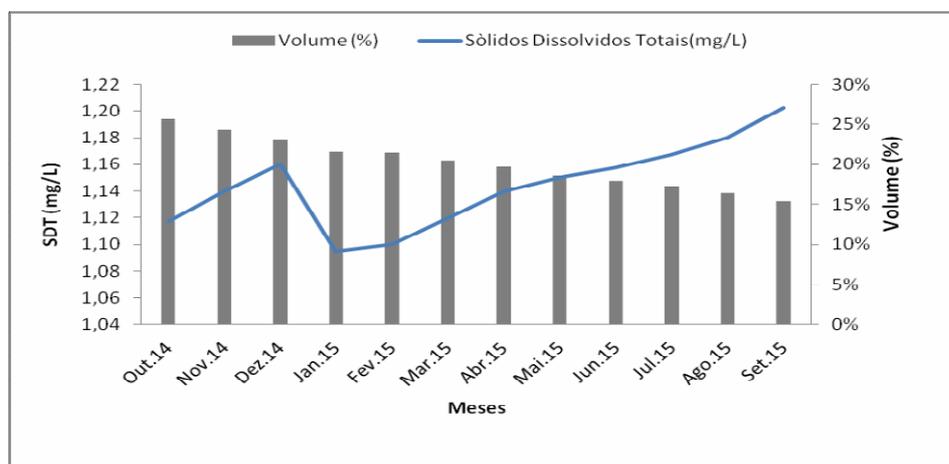


Figura 7: Variação das concentrações de sólidos totais dissolvidos no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.

Os valores da turbidez não se dispuseram de forma homogênea durante o estudo (Figura 8). Não foram observadas diferenças significativas temporais ($H=42.98$ e $p=0.1145$) e entre as profundidades ($H=35.973$ e $p=0.331$) com relação aos valores de turbidez observados durante o estudo.

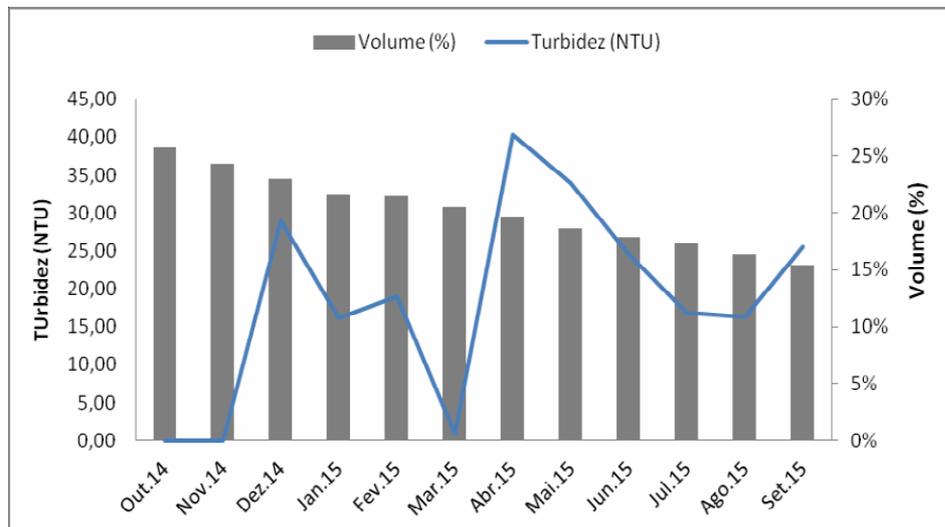


Figura 8: Variação dos valores de turbidez no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015.

No início do período de estudo a clorofila-a apresentou valores de baixa concentração, Outubro/2014 a Janeiro/2015, e em seguida, aumentou a partir de Fevereiro/2015 atingindo o valor máximo de $7,30 \mu\text{g/L}$ em Maio/2015 (Figura 9). Diferenças significativas temporais foram observadas quanto aos valores de clorofila-a observados durante o estudo ($H=31.856$ e $p=0.01044$), e quando estes foram comparados com a série histórica do Leaq ($H=71.342$ e $p=0.01253$).

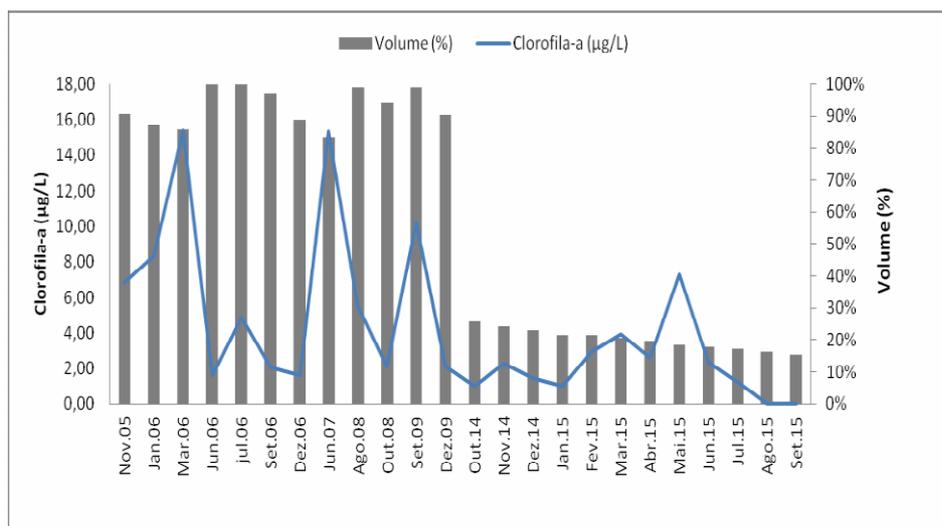


Figura 9: Variação da clorofila-a no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

As concentrações de fósforo total (PT) não apresentaram diferenças significativas temporais ($H=28.786$ e $p=0.06942$) e entre as profundidades ($H=21.346$ e $p=0.0318$). Durante o período de estiagem os valores mais altos dessa variável foram observados nos meses de Janeiro/2015, Fevereiro/2015 e Agosto/2015 (Figura 10). Fazendo-se o comparativo com a série histórica de dados do Leaq, também não foram observadas diferenças significativas temporais ($H=57.769$ e $p=0.1143$) e entre as profundidades ($H=44.814$ e $p=0.5219$) quanto a essa variável.

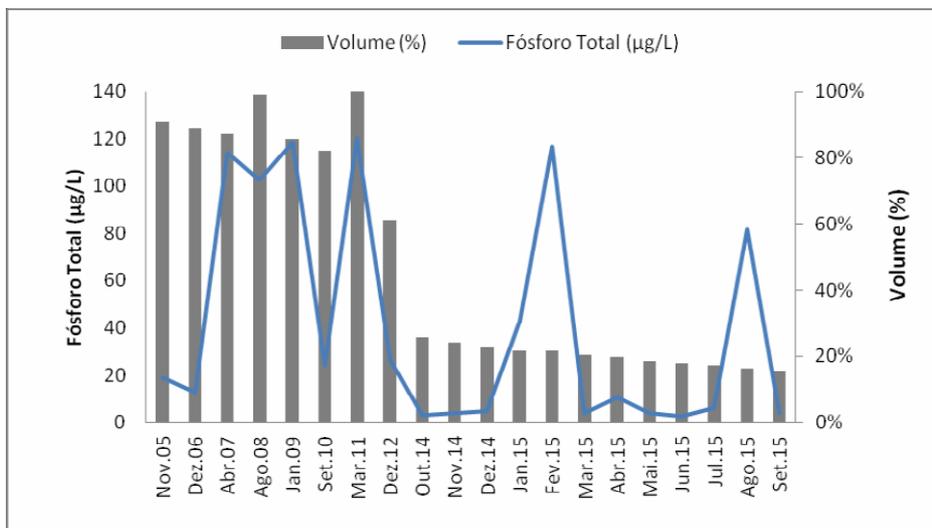


Figura 10: Variação de fósforo total no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

O fósforo reativo solúvel (PSR) apresentou também uma tendência de acréscimo com a redução do volume do reservatório (Figura 11). Os valores de fósforo reativo solúvel, observados durante o estudo apresentaram diferenças significativas apenas temporais ($H=32.621$ e $p=0.02658$). Os valores do PSR também apresentaram diferenças significativas temporais ($H=73.788$ e $p=0.007548$) quando comparados com a série histórica do Leaq (Figura 11).

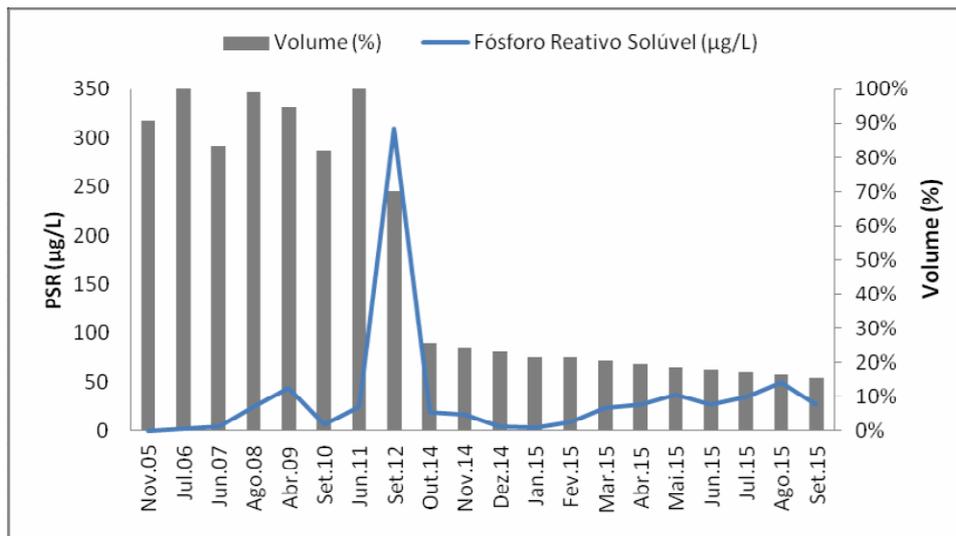


Figura 11: Variação de fósforo reativo solúvel no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

Com relação à série nitrogenada, os valores de nitrogênio total (NT) não apresentam diferenças significativas temporais ($H=46.959$ $p=0.3522$) e entre as profundidades ($H=41.908$ e $p=0.5617$), mesmo quando comparados com a série histórica do Leaq, ($H=58.974$ e $p=0.3673$) e ($H=53.887$ e $p=0.5553$). Os valores de nitrogênio total apresentaram uma tendência de decréscimo durante o período de estiagem (Figura 12).

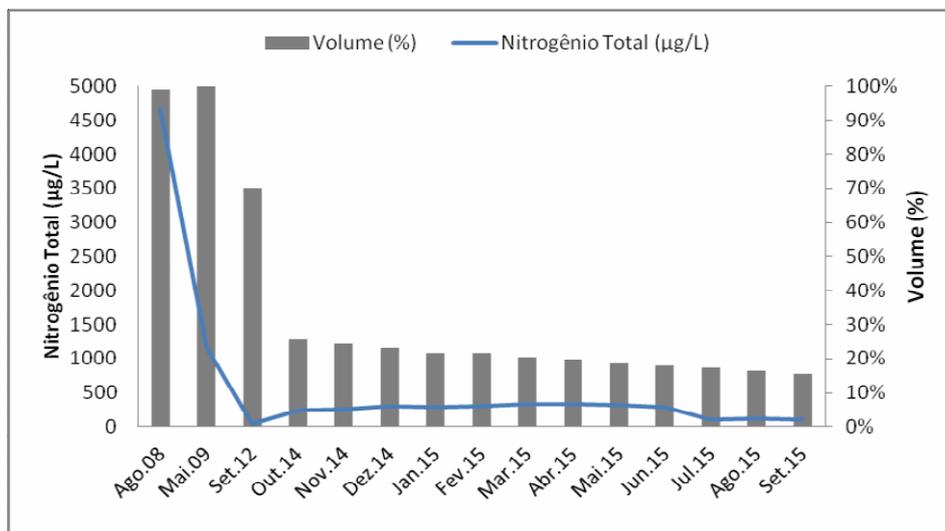


Figura 12: Variação do nitrogênio total no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

Os valores de nitrato não apresentaram diferenças significativas temporais ($H=46.466$ e $p=0.3315$) e entre as profundidades ($H=12.431$ e $p=0.9273$). Comparando os valores de nitrato com a série de dados do Leaq, não foram observadas também diferenças significativas

temporais ($H=66.733$ e $p=0.35$) e entre as profundidades ($H=63.059$ e $p=0.4742$). Os maiores valores de nitrato foram observados nos meses de Fevereiro/2007 e Agosto/2008 e Maio/2009 quando o reservatório se encontrava bem próximo à capacidade máxima de acumulação (Figura 13).

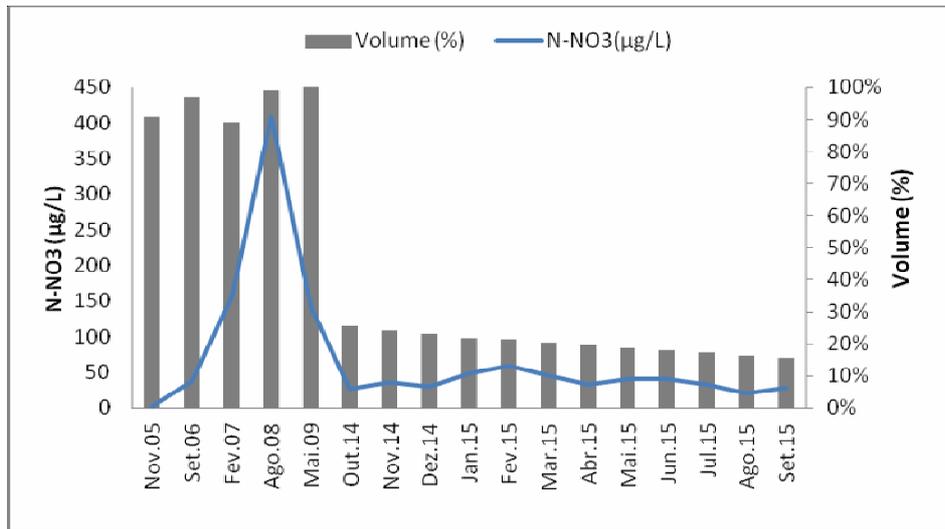


Figura 13: Variação do nitrato no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

Os valores de nitrito foram relativamente baixos durante o período de estudo (Figura 14). Apresentaram diferenças significativas apenas temporais ($H= 43.812$ e $p=0.001595$). Comparando-se os valores de nitrito com a série histórica do Leaq, também foram observadas diferenças significativas temporais ($H=77.848$ e $p=0.004128$).

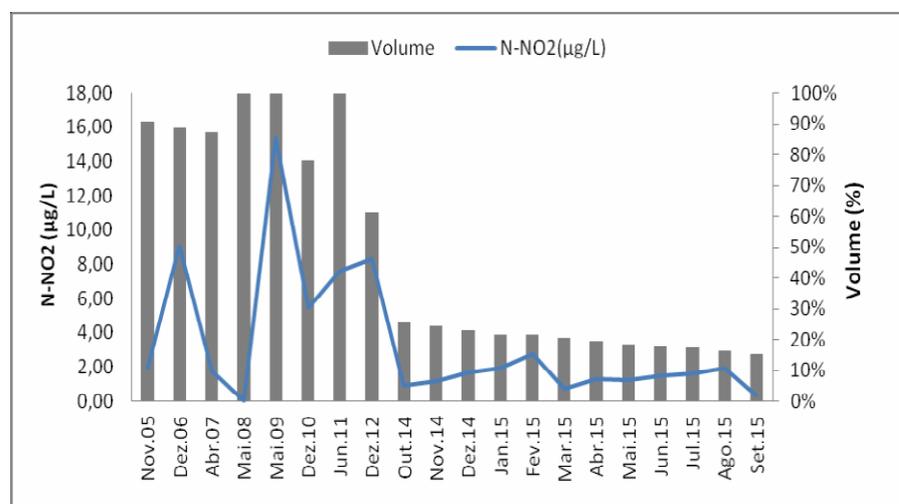


Figura 14: Variação do nitrito no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

Embora apresentasse uma tendência de aumento com a redução do volume do reservatório, as concentrações do nitrogênio amoniacal (Figura 15) não apresentaram diferenças significativas temporais ($H=45.069$ e $p=0,3448$) e entre as profundidades ($H=40.733$ e $p=0.5266$). Comparando-se os valores do N-amoniacal com os dados da série histórica do Leaq, não observou-se diferenças significativas temporais ($H=76.164$ e $p=0.2591$) e entre as profundidades ($H=67.586$ e $p=0.5256$).

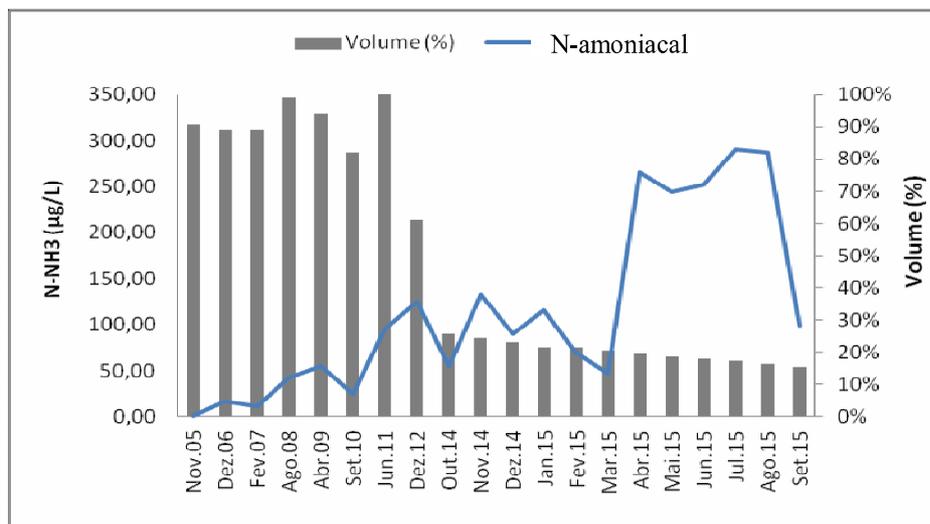


Figura 15: Variação da N-amoniacal no reservatório Boqueirão, período de Outubro de 2014 a Setembro de 2015 e Série Histórica do Leaq.

Com relação à transparência do disco de Secchi, os maiores valores foram registrados no início do período (Figura 16). Os menores valores da transparência do disco de Secchi ocorreram nos últimos meses de estudo, onde houve uma drástica redução da mesma, alcançado valores de 0,10 m a partir de Abril/2015 até Setembro/2015 (Figura 16).

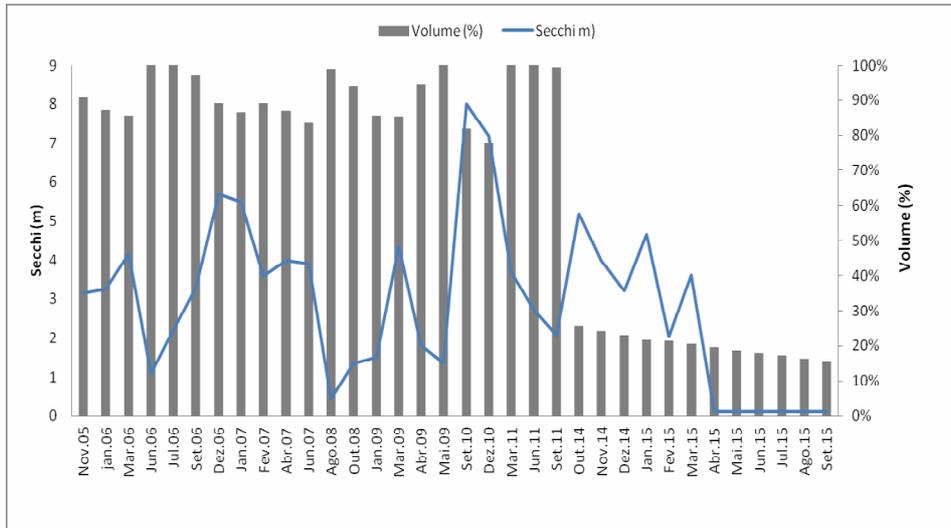


Figura 16: Variação da transparência do disco de Secchi no reservatório Boqueirão.

6.3 Correlações entre as variáveis limnológicas e o volume acumulado

Em Boqueirão, a redução do volume acumulado esteve correlacionada positivamente com as variáveis temperatura água (0,56), nitrogênio total (0,36), e negativamente com o pH (-0,94), condutividade elétrica (-0,73), sólidos dissolvidos totais (-0,72), turbidez (-0,45), fósforo total (-0,47), fósforo reativo solúvel (-0,69) e nitrogênio amoniacal (-0,55).

Na análise de regressão linear simples, todas as variáveis apresentaram um R^2 acima de 0,30, exceto o fósforo total e fósforo reativo solúvel (Figura 17).

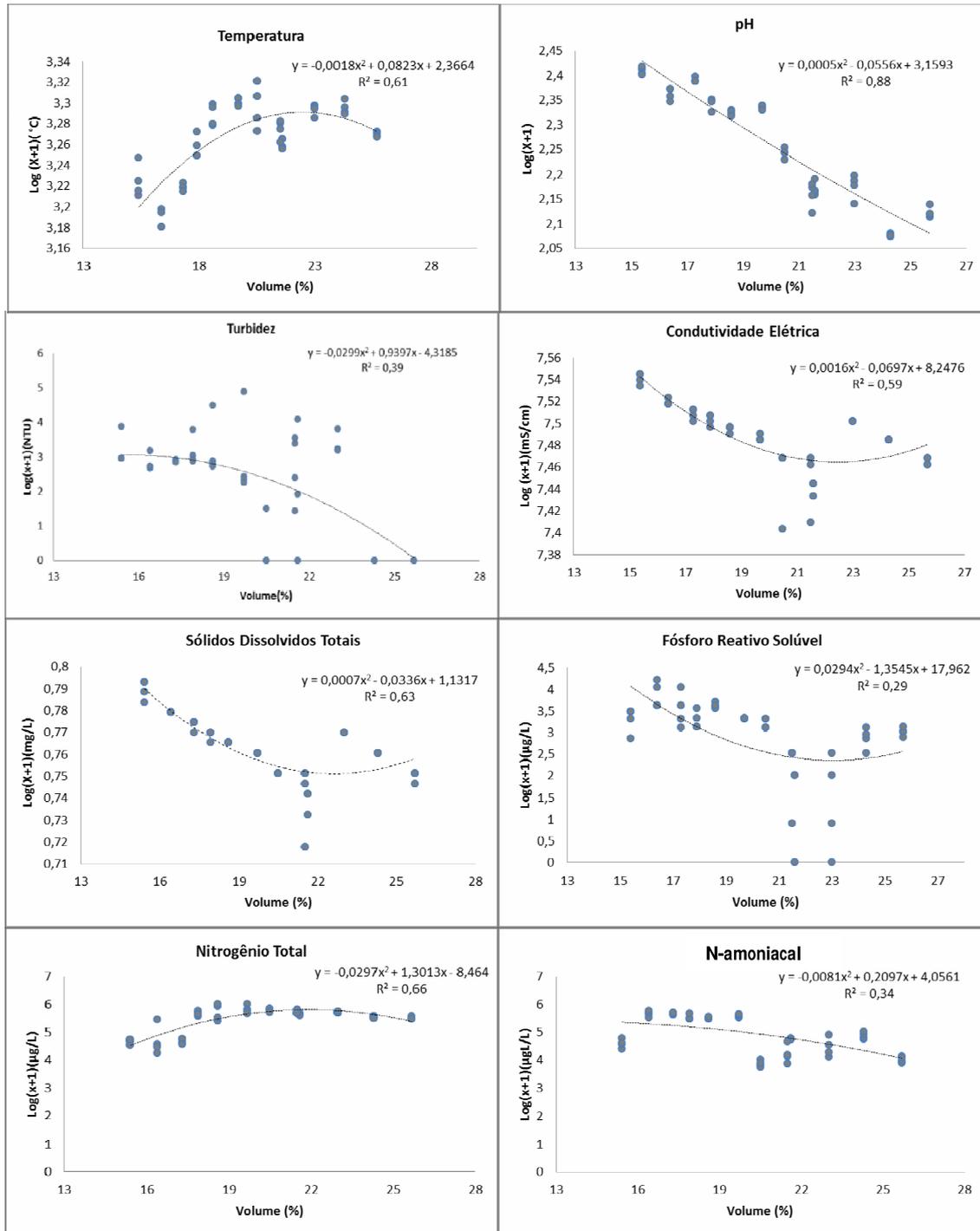


Figura 17: Gráficos das análises de regressões das variáveis ambientais analisadas durante o estudo.

7 DISCUSSÃO

A ocorrência de altas temperaturas é comum em ambientes aquáticos de regiões semiáridas (MARENGO, 2008; BARBOSA et al., 2012). Resultados similares quanto aos valores de temperatura presenciados no reservatório Boqueirão foram observados nos reservatórios Várzea Grande e Cacimba da Várzea, Semiárido Paraibano (LIMA et al., 2012).

A ausência de diferenças significativas temporais e entre as profundidades quanto aos valores de temperatura observadas no reservatório Boqueirão se deve ao fato de que em regiões semiáridas tropicais, a temperatura é elevada e praticamente constante ao longo do ano, sem acentuadas modificações de um mês para outro (DINIZ; BARBOSA; CEBALLOS, 2006). Ainda conforme esses autores, ecossistemas aquáticos tropicais estão mais sujeitos às variações de temperatura entre as duas estações do ano, caracterizadas por regimes de chuva e estiagem, e não com variações climáticas sazonais pronunciadas, como as que ocorrem nas regiões temperadas.

A tendência de decréscimo da temperatura correlacionada com a redução do volume, pode ter ocorrido devido a ocorrência de correntes de convecção e da baixa profundidade do reservatório e ação dos ventos fortes observados *in situ*, que provocaram o processo de mistura e conseqüentemente perda de calor da superfície da água para a atmosfera. O processo de circulação provocado pelas correntes de convecção e a ação do vento, são suficientes para desestabilizar a estratificação térmica e provocar o processo de mistura (WETZEL, 2001). Com relação à temperatura, o ambiente em estudo, majoritariamente pode ser classificado como polimítico quente, pois praticamente não apresentou estratificações térmicas bem definidas e formação de termoclina.

As pequenas variações de pH entre as profundidades são decorrentes da alta alcalinidade e da capacidade de tamponamento das águas do reservatório, que permitem manter um pH relativamente estável entre as profundidade (DINIZ; BARBOSA; CEBALLOS, 2006). A tendência de elevação do pH nos primeiros meses de estudo e na zona fótica do reservatório pode ser justificada através do processo fotossintético, que aumenta a demanda de CO₂, afetando deste modo o sistema carbônico. Os valores mais baixos do pH observados na zona afótica do reservatório na maioria dos meses do período de estiagem pode ser atribuídos a decomposição da matéria orgânica do sedimento. Na fotossíntese, a remoção do CO₂ dissolvido pelo fitoplâncton resulta na elevação dos valores do pH. Já, a adição de CO₂ livre ao sistema, através da respiração ou resultante da decomposição da matéria orgânica, reverte a reação, reduzido os valores do pH (ESTEVES, 2011).

O aumento verificado nos valores de pH estão relacionados com o período de estiagem e são comuns na região, o que pode ser considerado uma característica geral da maioria dos ecossistemas aquáticos da região semiárida nordestina (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012; ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2013).

O perfil clinogrado para o oxigênio dissolvido em Boqueirão já foi observado em diversos estudos de reservatórios no semiárido nordestino (DINIZ; BARBOSA; CEBALLOS, 2006; VILAR, 2009; LIMA et al. 2012; DIAS, 2012; OLIVEIRA, 2012). De forma geral, os altos valores de oxigênio dissolvido observados na zona eufótica, podem ser atribuídos à produção primária das algas e macrófitas submersas que estão em todo o entorno do reservatório. No epilímnio de reservatórios, as perdas de oxigênio são compensadas pela sua produção através da fotossíntese ou pela sua difusão a partir da atmosfera (ESTEVES, 1998).

As condições de hipóxia observadas na zona afótica nos meses de Abril/2015, Maio/2015 e Agosto/2015, podem ser explicadas pela decomposição da matéria orgânica pelos agentes decompositores da cadeia trófica e demanda bentônica e zooplactônica de oxigênio, que tem como consequência a diminuição do oxigênio dissolvido por oxidação (MACEDO; PINTO-COELHO, 1997; VIDAL; NETO, 2014). No hipolímnio, as perdas de oxigênio podem ser atribuídas à intensa decomposição aeróbia de matéria orgânica e à respiração dos organismos (PADIAL; POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2009).

De forma geral os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II (≥ 5 mg/L).

Os altos valores e a tendência de aumento da condutividade elétrica observados em Boqueirão podem ser atribuídos às altas taxas de evaporação ocorridas na área do reservatório e a demanda de água para o abastecimento público. Em períodos de estiagem, as altas taxas de evaporação e a demanda para o abastecimento, favorecem a diminuição do volume acumulado, acarretando no aumento da concentração de espécies químicas, sobretudo sais, carbonatos e cloretos, que alteram a concentração de íons, a condutividade elétrica e os sólidos dissolvidos (WRIGHT, 1981). Resultados semelhantes quanto aos valores de condutividade elétrica foram observados por Fernandes (2012) em Boqueirão e por Vilar (2009) nos reservatórios Bola I e Namorados, Semiárido Paraibano, no período de estiagem.

Os sólidos dissolvidos totais consistem em pequena quantidade de matéria orgânica e sais inorgânicos. A tendência de aumento dos valores dos sólidos dissolvidos totais durante o período de estiagem pode ser explicada pelas altas taxas de evaporação que tendem a concentrar esse grupo de substâncias. Sólidos em altas concentrações como os sulfetos e

cloretos, podem causar corrosão e danificar o sistema aquático (STRASSBURGER, 2005). Além disso, altas concentrações de sólidos dissolvidos totais tende a aumentar a turbidez prejudicando aspectos estéticos da água e a produtividade do ecossistema aquático pela penetração de luz (ESTEVES, 2011). Os valores de SDT observados durante o estudo estão abaixo dos valores recomendados pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces Classe II e a Portaria 2.914/2011 para águas de abastecimento, que são respectivamente, 500 mg/L e 1000 mg/L.

De forma geral, a turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz em atravessar certa quantidade de água. As principais causas da turbidez da água são: presença de matérias em suspensão, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e partículas similares, alterando a penetração da luz através da difusão e absorção, dando à água uma aparência turva (SILVA et al., 2011).

Apesar de não ter apresentado diferenças temporais e entre as profundidades, os valores de turbidez apresentaram correlação negativa com a redução de volume do reservatório, atingindo o valor médio máximo no mês de Abril/2015 (40,38 UNT). Antes os valores médios encontravam-se abaixo do limite de detecção (0,1 UNT) a 29 UNT. Resultado similar quanto aos valores da turbidez foi registrado no estudo de Guimarães et al. (2005), onde a turbidez atingiu o valor máximo (40 UNT) no período de estiagem. O alto valor da turbidez observado no reservatório nos mês de Abril de 2015 pode ser decorrente da elevação dos sólidos dissolvidos totais.

Alta turbidez pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física que pode propiciar aos microrganismos evitando contato direto com os desinfetantes, além de transportar matérias orgânicas capazes de causar sabor e odor indesejáveis (CAMPOS; FILHO; FARIA, 2003). Assim a turbidez elevada, representa risco à saúde do consumidor, diminuindo a efetividade da cloração e propiciando o desenvolvimento de microrganismos.

Os valores de turbidez se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II (100 NTU).

A transparência do disco de Secchi pode variar desde alguns centímetros até metros. Essa região da coluna d'água é denominada zona eufótica e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez (FERREIRA; FILHO; ROSA, 2012). A baixa transparência do disco de Secchi nos meses de Abril a Setembro de 2015 pode ser decorrente dos altos valores dos sólidos dissolvidos totais e da

grande quantidade de substâncias húmicas liberadas por macrófitas aquáticas submersas em decomposição, próximas ao ponto de coleta.

A tendência do aumento dos valores de clorofila-a no início do período de estudo pode ter sido favorecida pelas altas temperaturas e pela disponibilidade de amônia e fósforo, que são nutrientes essenciais ao desenvolvimento das algas e macrófitas aquáticas do reservatório (WETZEL, 2011; EL-SHAFAI et al., 2004; FERREIRA; MARQUES, 2009; GEBLER et al. 2012). Já por sua vez, o decréscimo das concentrações de clorofila-a nos últimos meses de estudo, sobretudo a limites abaixo do método de detecção ($0,1 \mu\text{g/L}$), pode ser decorrente da baixa transparência observada nos últimos meses. A baixa transparência na água reduz a fotossíntese das algas e da vegetação enraizada submersa (ALVES et al., 2008; REYNOLDS, 1999). A provável limitação por luz faz com que as concentrações de clorofila-a observadas sejam menores do que seria esperado em virtude das concentrações fósforo reativo solúvel e n-amoniacal observadas na água do reservatório.

Os valores de clorofila-a se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II ($\leq 30 \mu\text{g/L}$).

A redução do nitrogênio total durante o período de estiagem prolongada pode ser explicada pela assimilação do fitoplâncton, principalmente na forma de amônia. As algas utilizam amônia para o crescimento (EL-SHAFAI et al., 2004).

O fósforo é um elemento químico chave para a qualidade da água, agindo principalmente como gatilho desencadeador das florações algais (EL-SHAFAI et al., 2004; FERREIRA; MARQUES, 2009; GEBLER et al. 2012). O aumento das concentrações de fósforo reativo solúvel observado durante o período de estiagem prolongada, pode estar relacionado com a decomposição das macrófitas aquáticas submersas, decorrente da redução do volume e da profundidade do reservatório. Macrófitas aquáticas podem liberar fósforo e n-amoniacal durante sua decomposição (WETZEL, 2001).

Os valores de fósforo total se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para ambientes lênticos de Classe II ($\leq 0,030 \text{ mg/L}$)

O nitrogênio é tido como um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, podendo atuar como fator limitante da produção primária desses ecossistemas e, em determinadas condições, tornar-se tóxico para os organismos aquáticos (PEREIRA; MERCANTE, 2005). Dentre os compostos nitrogenados dissolvidos na água, encontra-se uma forma ionizada, NH_4^+ , denominada íon amônio, e outra não ionizada, NH_3 , conhecida como amônia. As duas formas juntas constituem o nitrogênio amoniacal. Quanto

mais elevado for o valor do pH, maior será a porcentagem da nitrogênio amoniacal presente na forma NH_3 (forma tóxica)(PEREIRA, 2004).

O nitrogênio amoniacal pode ocorrer como resultado da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica (ESTEVES, 2011). A tendência de aumento do N-amoniacal durante o período de estiagem pode ser atribuída à decomposição das macrófitas aquáticas submersas, decorrente da redução do volume do reservatório. Os valores do nitrogênio amoniacal sempre se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II para valores de pH entre 7,5 a 8,0 (2,0 mg/L). Os valores de nitrato e nitrito sempre se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II e pela Portaria 2.914/2011, que são de 1 mg/L para o nitrito e 10 mg/L para o nitrato. Os baixos valores de nitrato e nitrito observados durante o estudo podem ser decorrentes de sua absorção pelos organismos produtores presentes no reservatório.

8 CONCLUSÃO

A baixa precipitação, associada à demanda de água para o abastecimento no reservatório Boqueirão, provocou a redução do volume do acumulado, favorecendo a redução da transparência da água e o aumento das concentrações de fósforo reativo solúvel, N-amoniacoal, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais. Estudos sobre o regime hidrológico de reservatórios em regiões semiáridas e sua influência na dinâmica das variáveis limnológicas, são relevantes, uma vez que geram informações que podem ser utilizadas no manejo e gestão adequados desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER A. A.; LEITE, R. L.; RUFFU, T. R. M. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 1, p. 165-178, 2006.

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Disponível em: <[http:// www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br)>, 2008.

AESA-AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. GEO-PORTAL. Disponível em: < <http://geo.aesa.pb.gov.br/download.phtml>>, 2015.

ALVES, E. C.; SILVA, S. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; FILHO, E. E. S.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó–Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 1, p. 39 - 48, 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, 2012, 1325 p.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 1, p. 103-118, 2012.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; DIAS, S.N.; MOURA, A.N.; CORDEIRO-ARAÚJO, M.K.; DANTAS, E.W. Seasonal dynamics of cyanobacteria in a eutrophic reservoir (Arcoverde) in a semi-arid region of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 2012, v. 72, n. 3, p. 533-544.

BOUVY, M., NASCIMENTO, S. M., MOLICA, R. J. R., FERREIRA, A., HUSZAR, V.; AZEVEDO, S. M. F. O. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, v. 493, n.1-3, p.115-130, 2003.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; DE OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of Northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, n. 3, p. 285-297, 1999.

BRAGA, G. G.; BECKER, V.; OLIVEIRA, J. N. P.; MENDONÇA-JUNIOR, J. R.; BEZERRA, A. F. M.; TORRES, L. M.; GALVÃO, A. M. F.; MATOS, A. Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n.1, p.15-23, 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2011.

BRASIL. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de meio ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.

CAMPOS, J. A. D. B.; FILHO, A. F.; FARIA, J. B. Qualidade da água armazenada em reservatórios domiciliares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 14, n. 1, 2003.

CARPENTER, S. R.; CARACO, N.F.; CORRELL, D. L.; HAWARTH, R. W.; SHARPLEY, A. N.; SMITH; V. H. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. **Ecological Applications**, v. 8, n. 3, p. 559-568, 1998.

COLE, G. **Textbook of limnology**. Saint Louis: The C.V. Mosby, 1975.

CORREIA, R. C.; JESUS JUNIOR, L. A. A região Semiárida. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. 1ed. Brasília, DF: **Embrapa Departamento de Transferência de Tecnologia**, v. 1, p. 180-207, 2011.

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.

DIAS, F. O. Efeitos do estado trófico sobre as comunidades planctônicas de reservatórios da Bacia do Rio Paraíba semiárido - Brasil. 2012. 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia Ambiental)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 2012.

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**, Suplemento Especial, n.1, p.1-19, 2006.

DODDS, W. K.; BOUSKA, W. W.; EITZMANN, J. L.; PILGER, T. J.; PITTS, K. L.; RILEY, A. J.; SCHLOESSER, J. T.; THORNBRUGH, J. D. Eutrophication of U.S. freshwaters: analysis of potential economic damages. **Environmental science and technology**, v. 43, n.1, p.12-19. 2009.

EL-SHAFI, S. A.; EL-GOHARYA, F. A.; NASR, F. A.; STEEN, N. P. V. D.; GIJZEN, H. J. Chronic ammonia toxicity to duckweed-fed tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.232, n. 1. p. 117 - 127, 2004.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; MENEZES, R.; COSTA, I.S.; ARAÚJO, M.; PANOSSO, R.; ATTAYDE, J.L. and the ESKINAZI-SANT'ANNA Zooplankton assemblages in eutrophic reservoirs of the Brazilian semi-arid. **Brazilian Journal of Biology**, 2013, 73(1), 37-52.

FERNANDES, A. L. M. Dinâmica nictemeral e vertical da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa, semi-árido paraibano. 2010. 32f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Enfermagem). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 2010.

FERRÃO-FILHO, A.S.; MOLICA, R.; AZEVEDO, S.M.F.O. (2009). Ecologia, Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 225-228, 2009.

FERREIRA, A. B.; FILHO, W. P.; ROSA, R. Análise comparativa de variáveis limnológicas em três sub-bacias hidrográficas na região central do Rio Grande do Sul-Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, 2012.

FERREIRA, T. F.; MARQUES, D. M. L. M Aplicação de Phoslock® para remoção de fósforo e controle de cianobactérias tóxicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 2, p. 73-82, 2009.

FREITAS, F. R. S.; RIGHETTO, A. M.; ATTAYDE, J. L. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p. 655-665, 2011.

GALVÍNCIO, J. D. Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 22, n. 2, p. 96-113, 2008.

GEBLER, L.; BERTOL, I.; RAMOS, R. R.; LOUZADA, J. A. S.; MIQUELLUTI, D. J. Fósforo reativo: Arraste superficial sob chuvas simuladas para diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 01, p. 99-107, 2012.

GERALDES, A. M.; BOAVIDA, M. J. Zooplankton assemblages in two reservoirs: one subjected to accentuated water level fluctuations, the other with more stable water levels. **Aquatic Ecology**, v. 41, n. 2, p. 273-284, 2007.

GOMES, J. CISTERNA DE PLACAS: **Tecnologia Social como Política Pública para o Semiárido Brasileiro**. 1. ed. - Brasília : Fundação Banco do Brasil, 2014.

GUIMARÃES, A. O.; MELO, A. D.; CEBALLOS, B. S. O.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R. Aspectos da gestão do Açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade de água. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande, **Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2005.

HEPP, L. U.; MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia**, v. 27, n.1, p. 106-113, 2010.

HEPP, L.U.; TONIN, A.M.; RESTELLO, R.M.; KÖNIG, R. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas**. In: MARINHO, J.R.; HEPP, L.U.; FORNEL, R. Temas em Biologia: Edição comemorativa aos 20 anos do curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG Ecologia da URI - Campus de Erechim. Erechim: EdiFapes, p. 75-84, 2012.

HOEGER S. J.; SHAW, G.; HITZFELD, B. C.; DIETRICH, D. R. Occurrence and Elimination of Cyanobacterial Toxins in Two Australian Drinking Water Treatment Plants. **Toxicon**, v. 43, n. 6, p. 639-649, 2004.

KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; CASTRO, S. P. As descargas clandestinas de esgotos e seu efeito na degradação das águas do Açude Velho Campina Grande, PB. **Anais do Seminário Regional de Engenharia Civil**, Recife, 653-662, 1990.

KONIG, R.; SUZIN, C.R.H.; RESTELLO, R.M.; HEPP, L.U. Qualidade das águas de riacho da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, p. 84-93, 2008.

KÖPPEN, W. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. México. Fundo de Cultura Economica, 1948, 478 p.

LIMA, S. M. S.; BARBOSA, L. G.; CRUZ, P. S.; WANDERLEY, S. L.; CEBALLOS, B. S. O. Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 18-25, 2012.

LOCKWOOD, J. L.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. The role of propagule pressure in explaining species invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 5, p. 223-228, 2005.

MACEDO, C. F.; PINTO-COELHO, R. M. A influência do Ritmo Circadiano nas Taxas de Respiração do Zooplâncton na Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, MG. **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 9, p. 125-137, 1997.

MAC DONAGH, M. E.; CASCO, M. A.; CLAPS, M. C. Plankton relationships under small water level fluctuations in a subtropical reservoir. **Aquatic Ecology**, v. 43, n. 2, p. 371-381, 2009.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégias**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008.

MEDEIROS, L. D. C.; MATTOS, A.; LÜRLING, M.; BECKER, V. Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake. **Aquatic Ecology**, v. 49, n. 3, p. 293-307, 2015.

MENDES, B.V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do SemiÁrido**. Fortaleza: SEMACE, 1997, 108 p.

MONTENEGRO, S.; RAGAB, R. Impact of possible climate and land use changes in semi-arid regions: A case study from North Eastern Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 434, p. 55-68, 2012.

MOURA, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no Semi-Árido. Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 37-59, 2007.

MOSS, B.; KOSTEN, S.; MEERHOFF, M.; BATTARBEE, R. W.; JEPPESEN, E.; MAZZEO, N.; HAVENS, K.; LACEROT, G.; LIU, Z.; MEESTER, L.; PAERL, H.; SCHEFFER, M. Allied attack: climate change and eutrophication. **Inland waters**, v. 1, n. 2, p. 101-105, 2011.

MUSTAPHA, M. K. Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 8, n. 2, 2008.

NASELLI-FLORES, L. Man-made lakes in Mediterranean semi-arid climate: the strange case of Dr Deep Lake and Mr Shallow Lake. **Hydrobiologia**, v. 506, n. 1-3, p. 13-21, 2003.

NASELLI-FLORES, L.; R. BARONE. Water-level fluctuations in mediterranean reservoirs: setting a dewatering threshold as a management tool to improve water quality. **Hydrobiologia**, v. 548, n. 1, p. 85-99, 2005.

NEVES, R. S.; MEDEIROS, J. C. A.; SILVEIRA, S. M. B.; MORAIS, C. M. M. Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. **Revista Agrícolas**, v. 7, n. 3, p. 7-11, 2010.

OLIVEIRA, J. N. P. A influência da poluição difusa e do regime hidrológico peculiar do semiárido na qualidade da água de um reservatório tropical. 2012. 99 f.: **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Sanitária)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2012.

OLIVEIRA, J. N. P.; MATTOS, A.; BECKER, V. A influência do Regime Hidrológico da Região Tropical Semiárida na Qualidade da Água do Reservatório Dourado, Nordeste do Brasil. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2013.

PADIAL, P. R.; POMPÊO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V. Heterogeneidade espacial e temporal da qualidade da água no reservatório Rio das Pedras (Complexo Billings, São Paulo). **Ambiente & Água**, v. 4, n. 3, p. 35-53, 2009.

PARAÍBA (Estado). Relatório de Auditoria Operacional da Situação Ambiental do Entorno dos Principais Reservatórios Artificiais do Estado da Paraíba. Tribunal de contas do Estado da Paraíba, 2011.

PARAÍBA (Estado). Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais da Paraíba - SEMARH. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba-PERH-PB. Resumo Executivo e Atlas. João Pessoa, 2006.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PEREIRA, R. S. Poluição Hídrica: causas e consequências. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n.1, p. 20-36, 2004.

POOLMAN, M.; VAN DE GIESEN, N. Participation: Rhetoric and reality. The importance of understanding stakeholders based on a case study in Upper East Ghana. **Water Resources Development**, v. 22, n. 4, p. 561-573, 2006.

PORTO, M. F.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

REYNOLDS, C.S. Phytoplankton assemblages in reservoirs. In J.G. TUNDISI and M. STRAŠKRABA, orgs. Theoretical reservoir ecology and its applications. Leiden: Backhuys, 1999, pp. 439-456.

RIBEIRO-FILHO, R. A.; PETRERE-JÚNIOR, M.; BENASSI, S. F.; PEREIRA, J. M. A. Itaipu Reservoir limnology: eutrophication degree and the horizontal distribution of its limnological variables. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 889-902, 2011.

ROLAND, F.; HUSZAR, V. L. M.; FARJALLA, V. F.; ENRICH-PRAST, A.; AMADO, A. M.; OMETTO, J. P. H. B. Climate change in Brazil: perspective on the biogeochemistry of inland waters. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 709-722, 2012.

SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M.; Influence of landscape on the assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v. 48, p. 391-400, 2012.

SILVA, Í. N.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 3, 2011.

SILVA, R. B. Identificação das cianobactérias potencialmente tóxicas ocorrentes nas águas da barragem de Acauã, Itatuba – PB. **Monografia** apresentada ao curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas- Universidade Estadual da Paraíba, 2006.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 300 p.

STRASSBURGER, L. Uso da Terra nas Bacias Hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RS/SC) e a Influência na Limnologia do Reservatório da UHE-ITÁ (RS). 2005. 80 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 109-117, 2007.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J. E. M. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1133-1135, 2008. TUNDISI, J.G., Matsumura-Tundisi, T. and Tundisi, J.E.M., 2008.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 159-172, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p. 67-76, 2010.

VASCONCELOS, J.F.; BARBOSA, J.E.L.; DINIZ, C.R.; CEBALLOS, B.S.O. Cianobactérias em Reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, v. 39, n. 2, p. 1-20, 2011.

VIDAL, T. F.; NETO, J. C. Caracterização Limnológica e Influência da Precipitação em Reservatório de Abastecimento Público da REGIÃO Metropolitana de Fortaleza/CE. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, 2014.

VILAR, M. S. A. Condições Ambientais e da Qualidade da Água no Processo de Eutrofização de Açudes em Cascata no Semiárido Paraibano. 2009. 104 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba /Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2009.

WETZEL, R. G. Limnology: lake and river ecosystems. Gulf Professional Publishing, 2001.

WETZEL, R. G.; G. E. LIKENS. *Limnological Analyses*. WB Saunders Co., 2000, Philadelphia.

WRIGHT, S. Alguns dados da Física e da química das águas dos Açudes Nordestinos. *Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras contra as secas*, 39:21-31, 1981.

ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVAKOGLU, V.; ESKRIDGE, K.; MISOPOLINOS, N. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. ***Agriculture, Ecosystems and Environment***. v. 88, p. 137-146, 2002.