

## **RECURSOS HÍDRICOS**

# **AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO MAIS PROFUNDA DO LAGO PARANOÁ/DF**

**Taynara de Souza Fernandes** – taynara.tsf@hotmail.com  
Universidade de Brasília

**Orientadora: Profa. Dra. Lenora Nunes Ludolf Gomes** – lenora@unb.br  
Universidade de Brasília

**Resumo:** O presente estudo objetivou compreender a variação dos parâmetros físicos químicos e biológicos monitorados ao longo da coluna d'água da estação de amostragem na região mais profunda do Lago Paranoá/DF próxima ao barramento e ao futuro ponto de captação de água para abastecimento público. Para tal fim foram utilizados os dados do banco de dados do monitoramento dos parâmetros bióticos e abióticos da água, realizado entre os meses de agosto de 2011 e novembro de 2012. Os parâmetros avaliados foram temperatura, oxigênio dissolvido (OD), série nitrogenada (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>), série fosforada (P-PO<sub>4</sub> e P-PT), e clorofila-a. O perfil de variação da coluna d'água mostrou que houve estratificação térmica e química nos períodos chuvosos (verão) e circulação nos meses de seca (inverno). O perfil de distribuição de oxigênio dissolvido, aponta situações de hipóxia e até mesmo de anoxia, durante o período chuvoso no hipolímnio e, aumento da concentração de OD durante os meses de seca, caracterizando os períodos de estratificação e circulação da coluna d'água. As maiores concentrações de nutrientes ocorreram durante a estratificação (período chuvoso) no hipolímnio.

**Palavras chaves:** Lago Paranoá, Monitoramento, Qualidade da água.

## 1. Introdução e objetivos

A deterioração dos recursos hídricos pelas múltiplas atividades humanas vem alterando a qualidade da água de lagos e reservatórios. Dentre os principais fatores que atingem os sistemas aquáticos, destacam-se as alterações químicas produzidas pela entrada de substâncias tóxicas, os nutrientes e as modificações microbiológicas resultantes da carga orgânica que atinge esses ambientes. O entendimento da dinâmica dos ambientes aquáticos por meio da avaliação do comportamento das variáveis limnológicas é fator importante para fornecer informações relativas ao grau de comprometimento da qualidade da água frente aos impactos sofridos. O sucesso do diagnóstico da qualidade da água de determinado ambiente baseia-se na avaliação de diferentes parâmetros de forma sistêmica. Desta forma, a aplicação de metodologias que auxiliem a visualização do comportamento dos dados ao longo do tempo (séries temporais), fornece informações para o acompanhamento da variação sazonal dos parâmetros de qualidade da água desses ambientes. Essa abordagem permite ainda, observar as mudanças ocorridas frente às variações de temperatura (verão e inverno) e regime de chuvas (período seco e chuvoso). O conhecimento da dinâmica da coluna d'água ao longo dos ciclos hidrológicos fornece informações importantes sobre o sistema aquático permitindo tanto conhecer os padrões de circulação/estratificação (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, entre outros) quanto entender a distribuição e disponibilização dos nutrientes de origem alóctone ou autóctone que podem refletir na alteração da qualidade da água e mudança de nível trófico do ecossistema (HEIKKA, 2008; VANNI et al., 2011). Além disso, a avaliação contínua dos parâmetros de qualidade da água dos corpos hídricos fornece informações que permitem a classificação e enquadramento dos ambientes segundo as legislações vigentes.

Sendo assim, esse estudo visa avaliar o comportamento limnológico dos parâmetros bióticos e abióticos em diferentes profundidades da coluna d'água, por meio de séries temporais, para avaliação da qualidade da água da estação de amostragem localizada na região mais profunda do lago Paranoá/DF, próximo ao barramento e ao futuro ponto de captação de água para abastecimento para consumo humano.

## 2. Metodologia

O banco de dados disponível para avaliação temporal é composto por três ciclos hidrológicos, abrangendo os meses de agosto de 2011 até novembro de 2014. Os dados analisados são referentes a estação de amostragem escolhida, localizada próximo à barragem do lago Paranoá. Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados destacam-se temperatura, oxigênio dissolvido, série nitrogenada e fosforada. E, em relação ao parâmetro biológico, foi utilizado no presente estudo os dados referentes à quantificação da concentração de clorofila-a, representando assim a biomassa fitoplanctônica. Desta forma, realizou-se uma análise exploratória através de análises temporais utilizando-se o software Surfer para geração de gráficos de superfície e interpolação de dados.

Como o período chuvoso é caracterizado por maiores temperaturas atmosféricas e consequentemente aumento da temperatura da água, sendo possível observar variações sazonais nos ambientes aquáticos, foram analisados separadamente os resultados de dois períodos distintos, a estação chuvosa, em geral de outubro a março, e a estação de seca, de abril a setembro. Os parâmetros foram determinados em diferentes profundidades da coluna d'água, sendo, superfície, profundidade de extinção do disco de Secchi, final da zona eufótica, meio da zona afótica e a um metro do fundo.

Os dados dos parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura dos meses de julho de 2012 e março de 2014 até novembro 2014 foram medidos a cada um metro de profundidade da coluna d'água, pois foram obtidos com o uso de uma sonda multiparâmetros. Nos meses onde a determinação dos parâmetros não abrangeu todas as profundidades, foi empregada a ferramenta de interpolação de dados (o método de interpolação usado foi o *Kriging*) do software Surfer. A ferramenta foi aplicada para representar os valores ausentes ao longo da coluna d'água, gerando assim um *Contour Map*. Importante ressaltar também que o monitoramento apresentou frequência mensal. Os pontos destacados nos gráficos, foram gerados a partir de um *Post Map*, eles representam os dados realmente obtidos durante os três ciclos hidrológicos monitorados. É importante salientar que os gráficos não possuem a mesma escala devido a diferença de magnitude dos valores observados (ex.: nitrato, fósforo total e ortofosfato).

### 2.1 Área de estudo

O lago Paranoá localiza-se dentro da bacia de drenagem do Paranoá e tem como afluentes principais os ribeirões do Torto, do Gama, do Riacho Fundo e Bananal. O Lago é utilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB como corpo hídrico receptor dos efluentes de duas estações de tratamento de águas residuárias (ETEB Sul e ETEB Norte), e pela população como fonte de lazer, na prática de esportes de contato secundário.

### 3. Resultados e discussões

No intuito de caracterizar o ambiente estudado serão analisados os resultados das séries temporais referentes aos parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, série nitrogenada e fosforada, e clorofila-a, monitorados no período entre os meses de agosto de 2011 até novembro de 2014, da estação de amostragem localizada na região mais profunda do Lago.

#### 3.1 Análise dos parâmetros abióticos

Na figura 1 observa-se o perfil térmico e de distribuição do oxigênio da coluna d'água da estação amostral no período monitorado.

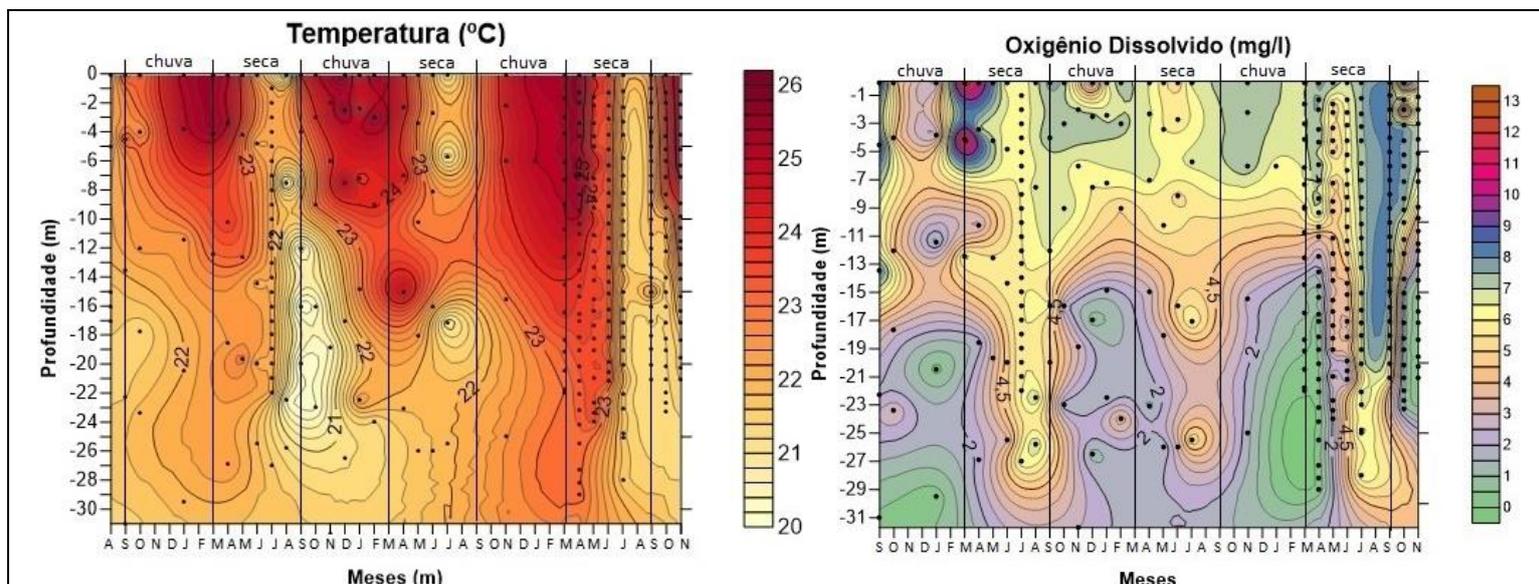


Figura 1 - Perfil da distribuição da temperatura (°C) (a), e do oxigênio dissolvido (mg/l) (b), da estação amostral do lago Paranoá, no período de agosto de 2011 a novembro de 2014.

Segundo Esteves (1998) no epilímnio, as perdas do oxigênio são compensadas pela sua produção, através da fotossíntese ou pela difusão a partir da atmosfera. Analisando-se a figura 1, pode-se observar que a temperatura na superfície é mais elevada, sendo aquecida por meio da absorção de luz solar enquanto na zona afótica as temperaturas encontram-se menores. A incidência de radiação solar e mudanças da densidade das camadas de água determinam a estratificação térmica. A densidade da água em temperaturas mais elevadas é menor que a da água fria, ocorrendo assim estratificação térmica. A camada superior, geralmente contém níveis de OD mais elevados devido ao contato direto com a atmosfera, ocorrendo a troca gasosa e produção de OD pela fotossíntese realizada pelo fitoplâncton (microalgas e cianobactérias) e plantas aquáticas. Verifica-se na figura 1 a presença de estratificação térmica nos períodos de chuva (verão) e circulação nos períodos de seca (inverno), com isso observa-se também o aumento da concentração de oxigênio dissolvido no hipilímnio devido a circulação de massa d'água (Figura 2). Nos meses de julho foi notada a circulação completa da massa d'água e a distribuição do oxigênio dissolvido, ocorreu de forma mais homogênea.

A temperatura é um dos fatores mais importantes no controle da solubilidade do oxigênio dissolvido na água, a solubilidade do OD na água tende a decrescer com a elevação

da temperatura, e diminuição da pressão. Analisando o perfil de distribuição da temperatura, Figura 1 e o perfil de oxigênio dissolvido Figura 2, é possível observar que concentrações de oxigênio dissolvido na faixa de 6 a 9mg/l estão relacionadas com temperaturas mais baixas nos meses de seca. Além disso, os micro-organismos nos ambientes aquáticos tropicais, tendem a ter o metabolismo mais acelerado, pois temperaturas altas aumentam a velocidade das reações da decomposição do detrito orgânico no hipolímnio, aumentando assim o consumo de oxigênio dissolvido nessa camada no período de estratificação. Considerando a cota do lago Paranoá como 1000m, a saturação máxima de oxigênio que a água pode dissolver nessa altitude, está na faixa de 7 a 8mg/l devido a pressão atmosférica, assim, valores acima de 9mg/l indicam supersaturação de oxigênio, podendo caracterizar uma provável floração de fitoplankton.

Na figura 3 são apresentados os perfis da coluna d'água para a série forforada (ortofosfato e fósforo total) e nitrogenada (íon amônio e nitrato).

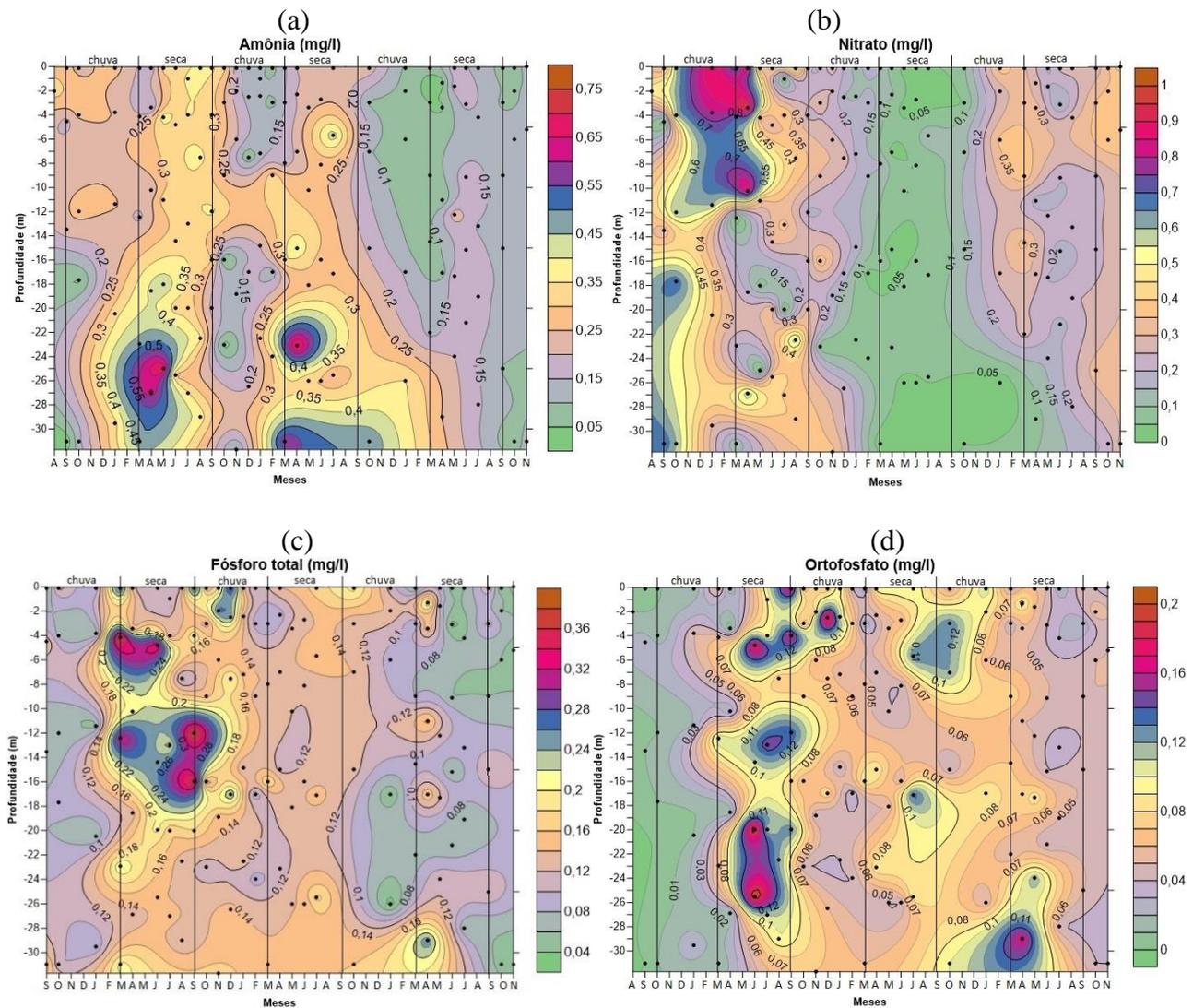


Figura 2 - Perfil de distribuição da amônia (a), nitrato (b) e ortofosfato(c)(mg/l) da estação amostral do lago Paranoá, no período de Agosto de 2011 a Novembro de 2014, e fósforo total (d) de Setembro de 2011 a Novembro de 2014.

De acordo com Esteves (1998), em lagos tropicais profundos, durante o período de estratificação, o hipolímnio, de onde se origina a maior parte dos nutrientes de origem autóctone para a zona eufótica, permanece isolado. Nestas condições, ocorre um esgotamento dos principais nutrientes (fosfato, nitrato, amônia e silicato) na zona eufótica, com a consequente queda da produtividade primária do fitoplâncton. Na Figura 3 observa-se aumento da concentração da amônia (3a) no período de estratificação (chuva). As concentrações de amônia (3a) e ortofosfato (3c) são maiores no fundo, fato que coincide com a estratificação e com a menor concentração de oxigênio dissolvido (ambiente redutor) e solubilização das formas reduzidas desses compostos do sedimento para essa camada. Na circulação ocorre a fertilização interna do ambiente, com a liberação dos nutrientes do sedimento para toda a coluna d'água.

Analisando-se o perfil de distribuição das concentrações de nitrato na Figura 3b, e o perfil do OD (Figura 2), verifica-se que as maiores concentrações de nitrato são coincidentes com as maiores concentrações de oxigênio dissolvido durante a circulação, logo, as maiores concentrações de nitrato podem estar associadas ao ambiente mais oxidado, devido tanto à oxidação química, quanto biológica da amônia.

A principal forma de fósforo assimilada pelo fitoplâncton é o ortofosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). O comportamento da coluna d'água mostra concentrações de ortofosfato muito baixas, fato que se justifica pelo ambiente tropical. As concentrações de fósforo na forma reativa em um corpo d'água, serão rapidamente assimiladas pelos organismos do fitoplâncton. As concentrações de ortofosfato serão altas apenas quando a carga de fósforo recebida pelo reservatório for muito elevada. A estação de amostragem analisada encontra-se na região com pouca influência dos tributários afluentes ao lago Paranoá, e também distante do lançamento dos efluentes das ETE B Sul e ETEB Norte, que contam com o tratamento terciário para remoção do fósforo. O perfil de distribuição da clorofila-a é apresentado na figura 4.

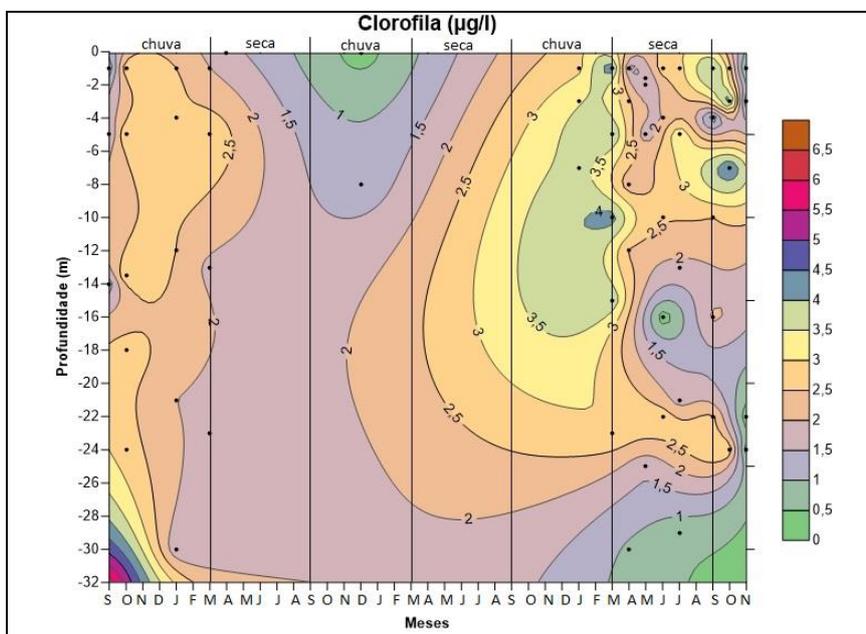


Figura 3 - Perfil de distribuição clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) da estação amostral do lago Paranoá, no período de setembro de 2011 a novembro de 2014.

Segundo BARBOSA (2015) a dependência de luz disponível e a dinâmica de circulação da coluna d'água produzem um padrão sazonal de desenvolvimento do

fitoplâncton. A variação da predominância de certas espécies pode ocorrer de acordo com o aumento ou diminuição da intensidade de radiação solar e período de estratificação nos lagos. A clorofila-*a*, por ser um pigmento fotossintetizante presente nos organismos fotoautótrofos, serve como indicador da biomassa do fitoplâncton no monitoramento de lagos. As concentrações de clorofila-*a* são utilizadas para expressar quantitativamente a biomassa fitoplanctônica (densidade de algas e cianobactérias presentes). Pode-se observar na Figura 4 que as concentrações de clorofila-*a* foram sempre baixas ao longo do período monitorado, não sendo possível observar relações marcantes com os fatores abióticos que afetam a produtividade primária fitoplanctônica como a concentração dos nutrientes limitantes nitrogênio e fósforo. Refletindo assim uma baixa produtividade primária nessa região do lago Paranoá.

#### **4. Considerações finais**

As conclusões obtidas no desenvolvimento desse estudo se adequaram ao esperado, pois essa estação de amostragem possui menor influência da entrada dos tributários e afluentes das ETEs. Se avaliados apenas os valores de concentração de clorofila-*a*, esses estão abaixo do exigido na Resolução nº357/2005 do CONAMA para corpos hídricos de água doce de classe 1 (inferior a 10 µg/L). A estratificação térmica coincide com a química, com estratificação nos períodos de chuva e circulação nos meses de seca, ao longo dos três ciclos hidrológicos avaliados.

#### **Agradecimentos**

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Lenora Nunes Ludolf Gomes, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio durante evolução desse trabalho. Agradeço a minha família pelo carinho e suporte. Agradeço à UnB pela oportunidade e ao CNPq pela bolsa de PIBIC.

#### **5. Referencias e citações**

- ESTEVES, F.A. – Fundamentos de limnologia. 2ª Ed. Rio de Janeiro; Editora Interciência.
- HEIKKA, R. A. (2008) Multivariate monitoring of water quality: a case study of Lake Simpele, Finland. *Journal of Chemometrics*. Published online in Wiley InterScience: [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)
- VANNI, M. J., RENWICK, W. H., BOWLING, A. M., HORGAN, M. J., CHRISTIAN, A. D. (2011) Nutrient stoichiometry of linked catchment-lake systems along a gradient of land use. *Freshwater Biology*, v. 56, p. 791–811.
- GOMES, L. N. L.; OLIVEIRA, S. M. A. C.; GIANI, A.; von SPERLING, E.; Association between biotic and abiotic parameters and the occurrence of cyanobacteria in a Brazilian reservoir. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 1, p. 1-1, 2011.
- BARBOSA, C.C. – Aplicação da modelagem ecológica com fogo na dinâmica do fitoplâncton para avaliação da qualidade da água do lago Paranoá-DF, v. 1, p.7-8, 2015.