

Estudo das variáveis físico-químicas em níveis de estratificação espacial num ambiente lêntico na Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo

Physcal-chemical variables in levels of space stratification in lentic environment in the Biological Reserve of Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo

Rodrigo Pratte-Santos^{1,2} e Larissa N Simões^{1,3}

¹ Programa de Mestrado em Ecologia de Ecossistemas. Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. CEP 29101-770; ² Faculdade PIO XII, Rua Bolivar de Abreu, Cariacica, ES, CEP 29146-330. rodrigopratte@hotmail.com; ³ larissanovaess@hotmail.com.

Resumo A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água. O objetivo deste trabalho foi comparar os parâmetros físico-químicos da água do Reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, em níveis de estratificação espacial. As análises foram realizadas em 2 sítios distintos, margem e centro do reservatório, considerando 4 estratificações (10, 20, 30 e 40 cm). Foram realizadas em 6 réplicas no período de maio/2009, tendo sido analisados os parâmetros: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mgL⁻¹) e condutividade elétrica (µScm⁻¹) e transparência da água. Quando comparadas a qualidade da água do Reservatório, nas diferentes profundidades, entre os sítios (margem e centro), não apresentaram diferenças significativas. Ao longo do estrato de profundidade é notável que os valores médios de temperatura da água diminuíram significativamente quando comparadas a área mais superficial (10 cm) com a mais profunda (40 cm), fato esse que foi similar ao encontrado para os valores de condutividade elétrica. Já o parâmetro oxigênio dissolvido não apresentou variação significativa dos valores apresentados nos níveis de profundidade analisados. Existe forte correlação positiva entre a temperatura e condutividade.

Palavras-chaves: estratificação, qualidade da água, reservatório, Mata Atlântica.

Abstract The water quality is effect agreement reflex of lots of processes that occur along the course of water. The goal of this work was to compare the Reservoir water parameters physiscist-chemists of the Reserva Biológica de Duas Bocas, in levels of space bedding. The analyses were accomplished in 2 distinct ranches, reservoir margin and center, considering 4 beddings (10, 20,

30 and 40 cm). Were accomplished in 6 replicas in the period of may/2009, having been analyzed the parameters: Temperature (°C), dissolved oxygen (mgL⁻¹) and electric conductivity (µS/cm) and water transparency. When compared the Reservoir water quality, in the different depths, among ranches (margin and center), did not present significant differences. Along the depth stratum is notable that the water temperature average values decreased significantly when compared the most superficial area (10 cm) with in excess profound (40 cm), fact this one that was similar to found for the values of electric conductivity. Already the dissolved parameter oxygen did not present significant variation of the values presented in the levels of analyzed depth. There is strong positive correlation between temperature and conductivity.

Keywords: statification, water quality, reservoir, Atlantic Forest.

Introdução

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são freqüentemente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade (Bueno *et al.* 2005). Atualmente, uma das grandes preocupações da humanidade diz respeito ao meio ambiente, sobretudo no que se refere à qualidade da água potável no mundo (Grutzmacher *et al.* 2008).

A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água. De acordo com Lima (2001), a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o

funcionamento do ecossistema (Bueno *et al.* 2005).

Em reservatórios de água a monitoria constante de parâmetros de qualidade da água bruta e tratada é essencial para o controle de qualidade da água potabilizada fornecida à população. Cada parâmetro tem sua relevância para o tratamento e é importante avaliar possíveis conexões entre eles (Filho & Júnior, 2007). Utiliza-se a estratificação espacial para definir um estrato mais superficial de um estrato situado próximo ao fundo (Piedrahita *et al.*, 1984). Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi comparar os parâmetros físico-químicos da água do Reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, em níveis de estratificação espacial.

Material e Métodos

A área de estudo foi o Reservatório Duas Bocas (Figura 1) que possui área de 51 ha, profundidade máxima de 10 metros e destina-se ao abastecimento de cerca de 25% do Município de Cariacica. A vazão máxima regularizada está na ordem de 250 Ls⁻¹, segundo dados da Cesan. Seus tributários são os Córregos Pau Amarelo, Naiçu e Pannels, pertencendo à uma sub-bacia do Rio Santa Maria da Vitória, que é o principal manancial da Grande Vitória. Possui comprimento máximo efetivo de 1.607 m e largura máxima efetiva de 654 m. A denominação Duas Bocas foi dada devido ao encontro dos rios Pannels e Naiçu, desaguando na represa que, no passado, foi a principal fonte de abastecimento para o município de Vitória (Brasil, 2007).



Figura 1 Vista do Reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas.

O reservatório localiza-se dentro da Reserva Biológica de Duas Bocas, que abrange uma área de 2.910 hectares e localiza-se no Município de Cariacica, na região central do estado do Espírito Santo, com altitude variando de 200 a 800 m (Espírito Santo, 1996).

As análises físico-químicas da água foram realizadas em 2 sítios distintos, margem e centro do reservatório, considerando 4 estratificações (10, 20, 30 e 40 cm). A distância de um sítio à outro, foi de aproximadamente 3,5 m. Todas as análises foram realizadas em 6 réplicas no período de maio/2009, tendo sido analisados os parâmetros: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mgL⁻¹) e

condutividade elétrica (μScm^{-1}), determinados in situ com o uso de um aparelho multiparâmetro YSI 85 e a transparência da água foi obtida com o Disco de Secchi.

Análise dos Dados

Foi utilizada uma análise de correlação do coeficiente de Spearman para medir a associação entre os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água. O teste Análise de Variância (ANOVA) com dois critérios foi utilizado para comparar os escores totais dos parâmetros avaliados nas condições de comparação entre margem e centro, e entre as profundidades 10, 20, 30 e 40 centímetros, seguida de Teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Sigma Stat 3.0.

Resultados

Quando comparadas a qualidade da água do Reservatório, nas diferentes profundidades, entre os sítios (margem e centro), nenhum dos parâmetros apresentou diferença significativa (Figura 2).

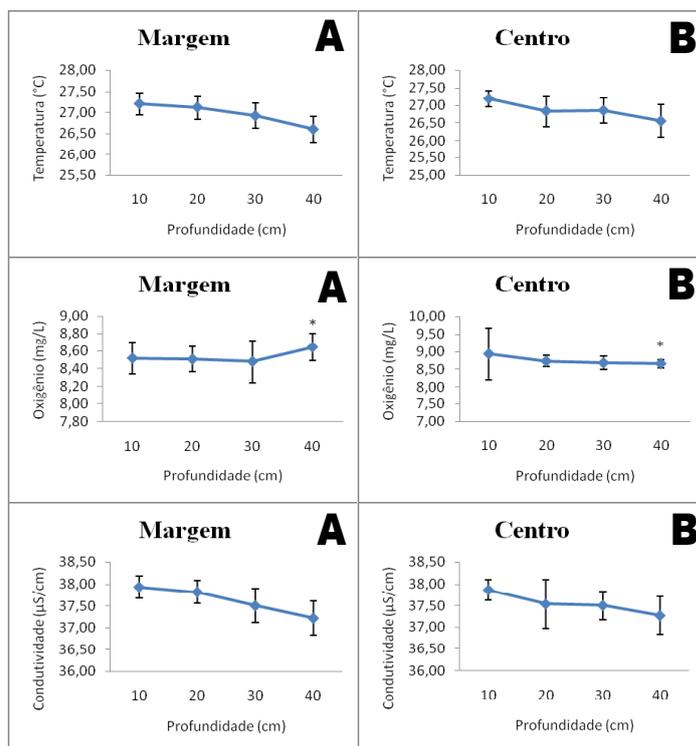


Figura 2 Médias e desvios padrões das medidas de qualidade da água do Reservatório Duas Bocas, em seus sítios distintos. A = Margem; B = Centro.

Os valores relativos à temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água foram determinados no horário da tarde e estão apresentados na Tabela 1. Ao longo do estrato de profundidade é notável que os valores médios de temperatura da água diminuíram significativamente quando comparadas a área mais superficial (10 cm) com a mais profunda (40 cm), fato esse que foi similar ao encontrado para os valores de condutividade elétrica. Já o

Tabela 1 Dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mgL^{-1}) e condutividade elétrica (μScm^{-1}) coletados no Reservatório de Duas Bocas. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão ($n=12$). Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa por uma ANOVA e teste de Tukey ($p<0,05$).

Profundidade (cm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Oxigênio (mg.L^{-1})	Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
10	27,2 \pm 0,2 ^a	9,0 \pm 0,6 ^a	37,9 \pm 0,2 ^a
20	26,9 \pm 0,4 ^a	8,6 \pm 0,2 ^a	37,6 \pm 0,4 ^a
30	26,8 \pm 0,3 ^{ab}	8,6 \pm 0,2 ^a	37,5 \pm 0,3 ^{ab}
40	26,6 \pm 0,4 ^b	8,6 \pm 0,1 ^a	37,2 \pm 0,4 ^b

parâmetro oxigênio dissolvido não apresentou variação significativa dos valores apresentados nos níveis de profundidade analisados.

A correlação das variáveis de temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica está evidenciada na Tabela 2. Nota-se que existe forte correlação positiva entre a temperatura e condutividade. Já o oxigênio e a temperatura obtiveram uma fraca correlação negativa, o mesmo aconteceu para condutividade e oxigênio.

Tabela 2 Coeficiente da correlação de Spearman para os dados coletados de temperatura, oxigênio e condutividade nos dois ambientes do Reservatório de Duas Bocas.

	Temperatura	Oxigênio	Condutividade
Temperatura	1,000	---	---
Oxigênio	-0,354	1,000	---
Condutividade	0,914	-0,329	1,000

A média dos valores de transparência da água encontrados no centro do reservatório foi de 1,31 \pm 0,12 m e a média da profundidade da margem foi de 0,82 \pm 11,50 cm.

Discussão

As variáveis da margem e centro de reservatório não apresentaram diferença significativa, a hipótese a ser mencionada é a da dificuldade do acesso ao centro do reservatório. Por questões de segurança foi utilizado um barco de apenas 3,5 m de comprimento entre os tratamentos, não sendo possível detectar um ponto mais distante da margem para representar o centro do reservatório.

A pouca variação de oxigênio dissolvido (OD) pode estar relacionada ao horário das medições, início do período vespertino, esse que é um período de elevada atividade fotossintética dos organismos presentes na água. Houve também ausência de banco de macrófitas denso, desta forma não consumindo o oxigênio dissolvido na coluna d'água. O OD é um importante parâmetro a ser analisado, pois todos os organismos aquáticos aeróbicos são dependentes desse elemento. Uma redução nos seus valores indica poluição e aumento da matéria orgânica (Souza *et al.* 2008). Este parâmetro se constitui numa das principais variáveis limnológicas, pois além de afetar diretamente toda a biota dos ambientes aquáticos, regula inúmeros processos químicos

que ocorrem nesses ambientes. Mesmo não havendo diferença significativa entre as distintas profundidades, os menores valores de OD foram medidos nas regiões mais profundas, consequência talvez de uma menor atividade fotossintética e podendo também estar associada a decomposição da matéria orgânica por processo aeróbio pois a água estava com aparência escura (Costa *et al.* 2006).

Já para o parâmetro temperatura, sabe-se que nas condições sem colonização de macrófitas aquáticas, fato que foi observado em campo, esta variável tende a ser superior à dos ambientes colonizados por estes vegetais. Tal aspecto é comprovado pela cobertura das plantas vivas que promove proteção substancial da coluna d'água contra os raios solares e o aumento da temperatura. Este processo, além da densa barreira física proporcionada, faz com que as plantas absorvam os raios solares e os transformem em energia química por meio do processo fotossintético, não permitindo a formação de radiação calorífica (Martins e Pitelli 2005).

Em se tratando de termos ecológicos, é importante destacar que a temperatura influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e em outros processos, como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais. A temperatura pode interferir no crescimento microbiológico, de modo que cada microorganismo possui uma faixa ideal de temperatura (Macedo 2006).

Com relação à condutividade elétrica, em rios tropicais, os valores estão mais relacionados com as características geoquímicas e as condições climáticas da região onde se localiza o manancial do que com o estado trófico. Os valores de condutividade elétrica oscilaram, em média, entre 37,2 a 37,9 μScm^{-1} , sendo observadas diferenças relevantes, se comparadas a parte superficial da coluna d'água (10 cm) com a área mais profunda analisada (40 cm). Esses resultados caracterizam a estratificação do reservatório, onde se pode comprovar que o espectro luminoso não consegue atingir as camadas mais profundas tornando o meio disfótico ou até mesmo afótico, enquanto a superfície que recebe maior intensidade luminosa é caracterizada zona eufótica (Davino 1984).

Em fato similar, trabalho realizado na microbacia do Ribeirão do Feijão também houve correlação da temperatura da água com condutividade (Davino 1984). Pela Tabela 2 nota-se que no presente estudo houve correlação significativa destes parâmetros ($r = 0,914$). O aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos são situações que favorecem a condutividade elétrica no ambiente. Uma análise de nutrientes dissolvidos e em suspensão (provenientes do solo) auxiliaria na especificação de quais ânions e cátions poderiam estar sendo liberados em reações desencadeadas pelo aumento da temperatura, e na compreensão de processos biológicos e ecológicos da fauna aquática. A temperatura da água atua ainda diretamente na concentração de oxigênio dissolvido (Carvalho *et al.* 2000). Aqui esta reciprocidade não foi observada, visto que a correlação entre temperatura e oxigênio foi $r = -0,354$.

A transparência da água interfere no teor de oxigênio desta. Quando um corpo d'água apresenta maior transparência, a radiação solar pode atingir maiores profundidades, proporcionando maior produção de oxigênio pelos organismos fotossintetizantes (Keppeler 2008).

Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada durante a disciplina de Metodologia de Cesta pesquisa foi realizada a durante a disciplina Metodologia de Campo em Ecologia do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas do Centro Universitário Vila Velha (UVV) e os autores gostariam de agradecer: ao Instituto Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Espírito Santo - IEMA-ES, pela autorização para realização da pesquisa; à Gestão da REBIO de Duas Bocas pela viabilização da infra-estrutura necessária ao trabalho; aos professor es Dr. Levy de Carvalho Gomes e Dra. Adriana Chippari-Gomes, pelo auxílio durante o experimento.

Piedrahita RH, Brune DE, Tchobanoglous G, Orlob GT (1984) A general model of the aquaculture pond ecosystem. **Journal of the World Mariculture Society** 15: 355-366.

Souza RAS, Araújo SR, Jesus VAM, Marques JJ, Curi N, Guerreiro MC (2008) Frações de fosfato em reservatórios de água em Lavras - MG. **Ciência Agrícola** 31:357-365.

Referências

- Brasil (2007) Fundação Nacional de Saúde. **Potencial de florações de cianobactérias em um reservatório de abastecimento doméstico no estado do Espírito Santo (reservatório duas bocas – Cariacica – ES)** Brasília: Funasa 82
- Bueno LF, Galbiatti JA, Borges MJ (2005) Monitoramento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde - Conchal – SP. **Engenharia Agrícola** 25:742-748.
- Carvalho AR, Schlittler FHMVL, Tornisiolo ST (2000) Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova** 23.
- Costa W, Marques MB, Delezuk JAM, Folkuenig ES (2006) Avaliação Preliminar da Qualidade da Água do Arroio Madureira e Afluentes. **Química Nova** 12:15-22.
- Davino A (1984) **Considerações hidrogeológicas preliminares sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, São Carlos, SP.** Ribeirão Preto, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Relatório FAPESP.
- Espírito Santo (1996) **Plano de manejo da Reserva Biológica de Duas Bocas.** Vitória: Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) 237.
- Lage Filho FA, Andrade J ER (2007) Tratabilidade da água do Reservatório do Guarapiranga: efeitos da ozonização sobre algumas variáveis de qualidade das águas. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 12: 212-221.
- Grützmacher DD, Grützmacher AD, Agostinetto D, Loeck, AE, Roman R, Peixoto SC, Zanella R (2008) Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 12:632-637.
- Keppeler EC (2008) Transparência da água em viveiros de *Macrobrachium amazonicum* sob diferentes níveis de arraçoamento e despescas seletivas. **Biotemas** 21: 55-64.
- Lima EBNR (2001) **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá.** Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ.
- Macedo JAB (2006) **Introdução à química ambiental: química e meio ambiente e sociedade.** Ed. BH:CRQ-MG 1028.
- Martins ATE, Pitelli RA (2005) Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. **Plantas Daninhas** 23:233-242.