

ISSN 2236-0476

## **INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DE UM CÓRREGO RURAL**

Janaína de Fátima Fernandes<sup>1</sup>, Andréa Lúcia Teixeira de Souza<sup>2</sup> e Marcel Okamoto Tanaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos/SP, e-mail: jana\_ff06@yahoo.com.br

<sup>2,3</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais, São Carlos/SP, e-mails: <sup>2</sup> altdesouza@gmail.com; <sup>3</sup> marcel@ufscar.br

### **Introdução**

As alterações no uso da terra têm mudado drasticamente as paisagens de zonas rurais, principalmente através do desmatamento e fragmentação de áreas florestais (ALLAN, 2004). As alterações de zonas ripárias são especialmente importantes, visto que tais zonas representam a conexão entre os sistemas terrestres e aquáticos (KOMINOSKI et al., 2011). Em áreas rurais, remanescentes de florestas podem ter grande importância para a conservação da biodiversidade e para a manutenção e melhoria das características físicas e químicas da água de córregos que cortam estes remanescentes. A vegetação ripária influencia as características físicas e químicas da água, uma vez que pode alterar processos de erosão e deposição de sedimentos e o fluxo de matéria orgânica e nutrientes dentro dos canais, principalmente através da absorção de nutrientes pela zona radicular da vegetação ripária (DOSSKEY et al., 2010).

Diferenças na estrutura das florestas ripárias podem influenciar o movimento da água de superfície e subsuperfície, e assim serem mais ou menos eficazes na retenção de nutrientes que são transportados para os corpos d'água (HOFFMANN et al., 2009). Grande parte dos estudos relacionados ao efeito das florestas ripárias nas características físicas e químicas da água avaliam o efeito da largura das florestas, mas não avaliam o efeito da variação longitudinal, ou seja, não avaliam as mudanças que podem ocorrer nessas características à medida que o córrego flui pelo interior do fragmento florestal.

ISSN 2236-0476

Neste estudo avaliamos se as características físicas e químicas da água de um córrego em área desmatada podem ser alteradas conforme ele atravessa o interior de um fragmento florestal. Além disso, avaliamos se determinadas características estruturais da floresta ripária podem modificar as características da água do córrego.

### **Material e Métodos**

Conduzimos este estudo em um fragmento florestal (gleba Capetinga Oeste) pertencente ao Parque Estadual de Vassununga, no município de Santa Rita do Passa Quatro/SP. O clima da região é do tipo Cwa de Koppen (SETZER, 1966) com temperaturas médias mensais que variam entre 17,6 °C em julho e 23,5 °C em fevereiro, e precipitação anual média de 1478 mm concentrada no verão (PIVELLO e VARANDA, 2005). A gleba Capetinga Oeste apresenta área total de 327,83 ha e está inserida em uma matriz predominantemente de cana-de-açúcar. Essa gleba é cortada pelo Córrego da Gruta, o qual nasce fora da gleba, em meio à plantação de cana e percorre cerca de 1 km no interior do fragmento florestal.

Para avaliar as características físicas e químicas da água, foram estabelecidos 12 pontos de amostragem, sendo dois pontos a montante da borda do fragmento (a 100 e 50 m de distância da borda), um ponto na borda do fragmento e nove pontos a jusante da borda do fragmento (50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 e 600 m da borda do fragmento). Em cada ponto de amostragem, medimos as seguintes variáveis: pH, condutividade elétrica, concentrações de oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio total (NT), amônio, nitrito, nitrato, fósforo total (PT), fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico, fosfato orgânico e silicato.

Para a amostragem da estrutura da floresta ripária, foram amostrados os nove trechos localizados a jusante da borda do fragmento, descritos acima. Em cada trecho, marcamos aleatoriamente quatro parcelas de 10 x 10 m, totalizando 36 parcelas. Como componentes da estrutura de comunidades de espécies arbóreo-arbustivas medimos as seguintes variáveis:

ISSN 2236-0476

diâmetro à altura do peito (DAP) médio das árvores, altura média do dossel, estratificação vertical, área basal total e a densidade de árvores. Para reduzir a dimensionalidade da estrutura da vegetação ripária, utilizamos uma Análise de Componentes Principais (ACP) usando as médias dos valores das variáveis da estrutura da vegetação de cada trecho amostrado. As variáveis foram previamente transformadas para terem média zero e uma unidade de desvio padrão.

Para avaliar se houve relação entre os eixos da ACP da vegetação e a distância a partir da borda para o interior do fragmento utilizamos uma Análise de Correlação de Spearman. Como não houve correlação entre os eixos da ACP da vegetação e a distância a partir da borda em direção ao interior do fragmento ( $r = -0,42$  e  $r = 0,38$  para o primeiro e segundo eixo, respectivamente), avaliamos separadamente os efeitos da distância e da estrutura da floresta. Para avaliar se ocorreram alterações das variáveis da água à medida que o córrego entra no fragmento (efeito da distância), ajustamos um modelo exponencial de primeira ordem, tal como sugerido por Lim et al. (1998) e Harding et al. (2006):  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ , onde  $A$  e  $t$  são constantes e  $x$  é a distância ao longo do gradiente longitudinal. Para cada variável analisada, os resíduos foram posteriormente usados como variável dependente em um modelo de regressão linear com os dois primeiros eixos da ACP da vegetação como variáveis independentes, para avaliar se após retirar os efeitos da distância ao longo do córrego ainda havia informação que pudesse ser explicada pela estrutura da vegetação.

## Resultados e Discussão

Os resultados da ACP da estrutura da vegetação mostraram que o primeiro eixo explicou 45,0% da variação dos dados, representando um gradiente de florestas mais estratificadas, porém mais baixas, para florestas mais altas e menos estratificadas, com árvores de maior DAP. O segundo eixo explicou 34,1% da variação total da estrutura da vegetação, representando um gradiente de áreas com maior densidade de árvores e menor área basal total, para áreas com menor densidade de árvores e maior área basal.

ISSN 2236-0476

A condutividade elétrica da água diminuiu à medida que o córrego adentrou o interior do fragmento florestal. A redução da condutividade pode estar relacionada ao maior efeito tampão da floresta ripária (DOSSKEY et al., 2010), indicando que a presença do remanescente florestal pode reduzir o aporte de sólidos em suspensão para o córrego. As concentrações de amônio reduziram rapidamente entre 100 e 50 m a montante da borda e se mantiveram constantes depois que o córrego entrou no fragmento. O pico na concentração de amônio no ponto a 100 m da borda foi provavelmente relacionado à prática agrícola, uma vez que este ponto estava localizado em meio à plantação de cana-de-açúcar.

As concentrações de OD, PT, fósforo total dissolvido, fósforo orgânico e silicato na água do córrego aumentaram com a distância em direção ao interior do fragmento florestal. As temperaturas mais baixas e a maior heterogeneidade do habitat do córrego no interior do remanescente florestal podem ter efeitos positivos sobre as concentrações de OD, possivelmente devido ao maior turbilhonamento da água, aumentando a dissolução do oxigênio ao longo da porção florestada do córrego (THOMAS et al., 2004). Alguns estudos mostraram que a retenção de fósforo dissolvido foi menor e, em alguns casos a zona ripária aumentou a entrega de fósforo para as águas superficiais. Tal processo pode ocorrer devido à remobilização geoquímica de fósforo particulado retido na zona ripária que acaba sendo entregue como fósforo dissolvido para o córrego (ROBERTS et al., 2012). As concentrações crescentes de silicato nos trechos do córrego localizados mais no interior do fragmento podem estar relacionadas ao maior turbilhonamento da água, o qual pode promover um maior intemperismo de minerais primários ou secundários e argilas, liberando os silicatos (DERRY et al., 2005). As concentrações de NT, nitrito, nitrato, fósforo inorgânico e o pH não foram relacionados significativamente com a distância.

A análise dos resíduos mostrou que algumas das características físicas e químicas da água ainda se relacionaram significativamente com a estrutura da floresta ripária. A condutividade elétrica da água do Córrego da Gruta foi menor nos trechos de maior estratificação da floresta. Florestas mais estratificadas podem contribuir para o aumento da infiltração da água da chuva no solo ripário e impedir que haja um escoamento superficial

**ISSN 2236-0476**

excessivo da água em direção ao córrego. Assim, o carreamento de sólidos suspensos para o córrego tende a ser menor, contribuindo para a redução dos valores da condutividade elétrica.

As concentrações de NT e nitrito aumentaram à medida que houve um aumento da altura média e DAP e uma diminuição da estratificação das árvores. A remoção do nitrogênio do solo em florestas ripárias e, conseqüentemente a redução do escoamento desse nutriente para o córrego é resultado da combinação de dois processos: a absorção de compostos nitrogenados pelo sistema radicular da vegetação ripária e seu armazenamento na biomassa e a ciclagem interna do nitrogênio no solo da floresta, com a retirada de nitrogênio do solo através de transformações bioquímicas (CORRELL, 1997). Nos trechos em que está ocorrendo o crescimento de árvores provavelmente há uma maior assimilação de nitrogênio do que em trechos com árvores provavelmente mais maduras (com maior DAP e altura média). À medida que a vegetação amadurece, a biomassa de folhas e raízes finas cresce vagarosamente e a demanda pela absorção de nutrientes diminui (BOGGS & WEAVER, 1994).

As concentrações de PT e fósforo total dissolvido tiveram uma tendência em aumentar ao longo do segundo eixo da ACP da estrutura da vegetação ou seja, nos trechos em que houve menor densidade de árvores e maior área basal. Áreas com vegetação de maior área basal sugerem sistemas radiculares com maior biomassa, mais densos. Roberts et al. (2012) sugeriram que florestas com árvores de sistema radicular denso podem contribuir para a retenção física de fósforo e impedir que este alcance os corpos d'água. Entretanto, nos trechos em que a floresta apresentava maior área basal, as concentrações de PT e fósforo total dissolvido na água tenderam a ser maiores ou seja, pode ser que a retenção física de fósforo na floresta não tenha sido grande ou que outros fatores tenham influenciado esse processo. A menor densidade de árvores nesses mesmos trechos pode ser uma característica que explica a tendência às maiores concentrações de PT e fósforo total dissolvido: apesar de haver uma maior biomassa de raízes (maior área basal total), havia menos árvores (menor densidade) portanto, o efeito da maior área basal total pode ter sido menor. As concentrações de OD,

ISSN 2236-0476

amônio, nitrato, fosfato inorgânico, fosfato orgânico e silicato e o pH não foram relacionados com os dois primeiros eixos da ACP, e portanto com a estrutura da vegetação.

### **Conclusões**

Tanto a distância da borda em direção ao interior da gleba Capetinga Oeste quanto a estrutura da floresta são fatores que influenciaram as características físicas e químicas da água do Córrego da Gruta. Entretanto, determinadas características da vegetação contribuíram para as mudanças nas características da água do córrego independentemente da distância em relação à borda do fragmento, isto é, da formação de um possível gradiente longitudinal de alteração dessas características.

Embora a distância seja importante para as alterações nos parâmetros da água ao longo do canal, este estudo mostrou que a estrutura da floresta ripária também exerce um papel fundamental nessas alterações. Os fragmentos de floresta ripária influenciam os ecossistemas de córregos, mas as respostas dependerão da estrutura de cada fragmento florestal. A distribuição de fragmentos florestais com qualidades e níveis de degradação da floresta diferentes, ou seja, com estruturas diferentes possivelmente influencia a qualidade da água do córrego em uma escala de bacias hidrográficas. Portanto, o manejo de bacias hidrográficas pode ser melhorado ao se considerar não apenas a presença de remanescentes florestais, mas também a qualidade destes remanescentes, determinada pela estrutura das florestas presentes.

### **Agradecimentos**

Ao Instituto Florestal, ao Parque Estadual de Vassununga e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro ao projeto.

### **Referências Bibliográficas**

ISSN 2236-0476

ALLAN, J.D. Landscapes and riverscapes: the influence of land-use on river ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 35, p. 257-284, 2004.

BOGGS, K.; WEAVER, T. Changes in Vegetation and Nutrient Pools During Riparian Succession. **Wetlands**, v. 14, n. 2, p. 98-109, 1994.

CORRELL, D.L. Buffer zones and water quality protection: general principles. In: HAYCOCK, N.E.; BURT, T.P.; GOULDING, K.W.T.; PINAY, G. (eds). **Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection**. Proceedings of the International Conference on Buffer Zones. QUEST ENVIRONMENTAL: Harpenden, p. 7-20. 1997.

DERRY, L.A.; KURTZ, A.C.; ZIEGLER, K.; CHADWICK, O.A. Biological control of terrestrial silica cycling and export fluxes to watersheds. **Nature**, v. 433, p. 728-731, 2005.

DOSSKEY, M.G.; VIDON, P.; GURWICK, N.P.; ALLAN, C.J.; DUVAL, T.P.; LOWRANCE, R. The Role of Riparian Vegetation in Protecting and Improving Chemical Water Quality in Streams. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 46, n. 2, p. 261-277, 2010.

HARDING, J.S.; CLAASSEN, K.; EVERS, N. Can forest fragments reset physical and water quality conditions in agricultural catchments and act as refugia for forest stream invertebrates? **Hydrobiologia**, v. 568, p. 391-402, 2006.

HOFFMAN, C.C.; KJAERGAARD, C.; UUSI-KÄMPPÄ, J.; HANSEN, H.C.B.; KRONVANG, B. Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. **Journal of Environmental Quality**, v. 38, p. 1942-1955, 2009.

KOMINOSKI, J.S.; MARCZAK, L.B.; RICHARDSON, J.S. Riparian forest composition affects stream litter decomposition despite similar microbial and invertebrate communities. **Ecology**, v. 92, n. 1, p. 151-159, 2011.

LIM, T.T.; EDWARDS, D.R.; WORKMAN, S.R.; LARSON, B.T.; DUNN, L. Vegetated filter strip removal of cattle manure constituents in runoff. **Transactions of the ASAE**, v. 41, n. 5, p. 1375-1381, 1998.

ISSN 2236-0476

PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M. **O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação.** São Paulo: SMA, 2005.

ROBERTS, W.M.; STUTTER, M.I.; HAYGARTH, P.M. Phosphorus Retention and Remobilization in Vegetated Buffer Strips: A Review. **Journal of Environmental Quality**, doi:10.2134/jeq2010.0543, 2012.

SETZER, J. **Atlas climatológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai, CESP, 1966.

THOMAS, S.M.; NEILL, C.; DEEGAN, L.A.; KRUSCHE, A.V.; BALLESTER, V.M.; VICTORIA, R.L. Influences of land use and stream size on particulate and dissolved materials in a small Amazonian stream network. **Biogeochemistry**, v. 68, p. 135–151, 2004.