



ESTRUTURA DE ZONAS RIPÁRIAS E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA ÁGUA EM RIACHOS DE BAIXA ORDEM

R. A. Libório^{1 2}

A.L.T.Souza¹; D.G.Fonseca^{1 2}; M.O.Tanaka¹

¹Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, CEP 13565 - 905

²Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, CEP 13565 - 905-rogerio_liborio@yahoo.com.br Phone number: 55 16 3351 8316

INTRODUÇÃO

As zonas ripárias são áreas que podem ser definidas essencialmente como faixas estreitas de terra que margeiam enseadas, rios ou corpos d'água (Checchia, 2003), sendo um importante componente da paisagem de bacias hidrográficas, por conectar os sistemas terrestres e aquáticos. Estas áreas, quando preservadas, podem amenizar a força de enchentes, reduzir a radiação solar e temperatura e também as quantidades de sedimento, nutrientes (nitrogênio e fósforo), resíduos agrícolas de matéria orgânica particulada, patógenos, pesticidas e outras substâncias contaminantes que entram nos cursos d'água (Galatowitsch *et al.*, 2000; Brinson & Malvarez 2002).

A degradação e fragmentação das zonas ripárias afetam fortemente as condições bióticas e abióticas dentro dos cursos d'água; podendo levar a diversas alterações da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos (Quinn *et al.*, 1997, Heartsill - Scalley & Aide 2003). Em algumas regiões brasileiras, o desmatamento e o assoreamento têm levado à extinção de córregos e riachos, com graves conseqüências para a manutenção das bacias hidrográficas (Faria & Marques 1999). No entanto, poucos estudos enfocaram a relação entre variáveis da estrutura das comunidades vegetais e a capacidade das zonas ripárias em reter sedimentos, nutrientes e influenciar as características físico - químicas de riachos de baixa ordem. Portanto, são necessários mais estudos para se compreender a relação entre as zonas ripárias e a qualidade da água, baseados no funcionamento detalhado dos padrões ecológicos encontrados, para que tenham maior poder de previsão em relação a diferentes tipos de perturbação (Quinn *et al.*, 1997, Bunn *et al.* 1999).

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar se as estruturas físicas da zona e floresta ripária influenciam, a qualidade da água como nas concentrações de nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica dos rios Jacaré - Pepira e Jacaré - Guaçu. As bacias hidrográficas de ambos os rios localizam - se na região central do estado de São Paulo, pertencente à bacia do rio Tietê, fazendo parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê - Jacaré (UGRHI - 13) do Estado de São Paulo. A bacia do rio Jacaré - Pepira localiza - se entre as coordenadas 21°55' e 22°30' S, 47°55' e 48°55' W, tendo uma área de 2.612 km² e densidade de drenagem de 0,95 km/km². O rio Jacaré - Pepira nasce no município de São Pedro, cerca de 960 m acima do nível do mar após percorrer cerca de 174 km deságuas no rio Tietê, junto à barragem de Ibitinga a 400 m de altitude. Já a bacia do rio Jacaré - Guaçu localiza - se entre as coordenadas 21°37' e 22°22' S, 47°43' e 48°57' W, tendo uma área de 4.108 km² e densidade de drenagem de 0,88 km/km² (DNAEE/EESC 1980). O rio Jacaré - Guaçu tem suas nascentes nos municípios de São Carlos e Itirapina, a cerca de 1.040 m de altitude, percorrendo cerca de 148 km até sua foz, também junto à represa de Ibitinga no rio Tietê, a 400 m acima do nível do mar.

Coleta dos Dados

Para realização do estudo foram selecionados 15 riachos de baixa ordem ao longo de um gradiente de degradação. Nas zonas ripárias de cada riacho foram marcados transectos de 100m de comprimento, paralelo ao canal. Três parcelas de 100m² foram marcadas aleatoriamente.

Em cada parcela, foram estimadas as proporções de cobertura total do dossel, porcentagem de entrada de radiação solar, a proporção parcial de cobertura no nível do solo por gramíneas, cipós ou lianas, bambus e a porcentagem de cobertura do dossel por espécies arbóreas. A porcentagem de cobertura do dossel e a porcentagem de entrada de radiação solar foram medidas também no meio do canal na direção de cada transecto para estimar a taxa de cobertura da floresta sobre o canal. As proporções de cobertura

foram estimadas visualmente e a porcentagem de entrada de radiação solar foi estimada usando o "solar pathfinder". Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP) > 5,0 cm foram registrados. As medidas em cada indivíduo arbóreo foram: altura total, tamanho da copa (extraída a partir da diferença entre a altura total e do fuste), e DAP. Estes dados foram usados para as estimativas de densidade, estratificação da floresta (um índice relativo estimado através do coeficiente de variação das alturas máximas dos indivíduos), altura de dossel, diâmetro médio por parcela, área basal total da parcela (estimada a partir do somatório da área basal à altura do peito de todos os indivíduos no interior de cada parcela) e do índice de Reineke (Naumburg & DeWald 1999). O índice de Reineke combina densidade e tamanho dos indivíduos arbóreos.

Qualidade da Água

Para avaliar a qualidade da água, as seguintes variáveis foram determinadas com o uso de uma sonda multiparâmetros YSI em cada ponto de coleta: condutividade total de sólidos dissolvidos e pH. Foram coletadas também duas amostras de água da superfície de cada local, para posterior análise em laboratório, para se determinar as concentrações de fósforo e nitrogênio. As frações inorgânicas de nitrogênio (N - NH₄, N - NO₃ e N - NO₂ foram quantificadas com base em métodos colorimétricos (Koroleff 1976; Mackereth *et al.*, 1978) e as frações orgânicas por titulometria (Allen *et al.*, 1974); as concentrações de fosfato foram determinadas por calorimetria segundo procedimentos propostos por Mackereth *et al.*, (1978), sendo todas as análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar.

Análise dos Dados

Para avaliar se havia relação entre as variáveis da estrutura da zona ripária (variáveis ambientais) e os parâmetros da qualidade de água nos riachos amostrados, foi usado a Análise de Correlação Canônica, usando - se uma matriz de correlação. Esta análise permite a ordenação simultânea de dois conjuntos de variáveis, com a restrição de que os eixos derivados de um conjunto de dados sejam maximamente correlacionados com os eixos correspondentes do segundo conjunto (McGarigal *et al.*, 2000). Para evitar efeitos de multicolinearidade, as variáveis dentro de um mesmo conjunto não podem ser correlacionadas; portanto, as seguintes variáveis de qualidade da água foram consideradas: condutividade elétrica, N - total, N - nitrato, N - nitrito, N - amônia, P - total, P - dissolvido. As variáveis ambientais foram: densidade, área basal, estratificação, proporção de gramíneas, largura da mata ciliar e quantidade anual de radiação.

RESULTADOS

Análise de Correlação Canônica mostrou forte correlação entre os dois conjuntos de variáveis no primeiro par de eixos extraídos, sendo que 99% da variância de um conjunto de dados foi explicado pelo outro conjunto ($gl^2=67,7$, $gl=42$, $p = 0,007$). Desta forma, altos valores de densidade (correlação com eixo: 0,21), área basal (0,75), estratificação (0,62) e largura da mata ciliar (0,56) foram correlacionados com altos valores de fósforo total (0,55) e dissolvidos

(0,72) e nitrogênio total (0,14). Por outro lado, córregos degradados com baixos valores destas variáveis de estrutura da mata, mas maior proporção de gramíneas (- 0,67) e incidência de radiação solar (- 0,21) foram correlacionados com maior condutividade elétrica da água (- 0,29) e maiores concentrações das frações inorgânicas de nitrogênio (amônia: - 0,67; nitrato: - 0,24; nitrito: - 0,04).

Valores elevados de condutividade elétrica em córregos desmatados foram encontrados em outros estudos; por exemplo, Hinkel (2003), encontrou maiores valores de condutividade elétrica neste tipo de córrego em função de temperaturas mais elevadas e de maior quantidade de sólidos em suspensão, quando comparados a córregos com vegetação em suas margens. A presença de floresta ciliar com alta densidade de árvores que ocupam maiores áreas pode contribuir para reduzir a velocidade da água superficial, resultando em maior deposição de partículas em suspensão no solo e lançamento de menor quantidade de sólidos na água (Klapproth JC & Johnson 2000).

Em relação aos nutrientes, Sweeney *et al.*, (2004), verificaram que a absorção de N (na forma de amônia) em riachos com florestas foi muito maior que em riachos desmatados no leste da América do Norte, enquanto a absorção de fósforo não diferiu; ou seja, as concentrações N são menores em riachos com mata do que nos desmatados, enquanto que as concentrações de fósforo não diferem entre os dois tipos de riachos. Por outro lado, Neill *et al.*, (2001), encontraram maiores concentrações de N e P em riachos drenando pastagens na Amazônia, com menores valores em riachos com mata ciliar, resultados similares aos de Biggs *et al.*, (2004), que verificaram aumento não - linear de N e P totais com o aumento do desmatamento em riachos da Amazônia. Outros estudos não verificaram diferenças nas concentrações de nutrientes entre riachos desmatados e preservados; por exemplo, Benstead *et al.*, (2003) não encontraram diferenças nas concentrações dos principais nutrientes entre riachos drenando regiões com florestas e agrícolas em Madagascar, apesar de haver uma tendência para maiores concentrações de amônia nos riachos agrícolas.

Assim, diversos fatores podem influenciar a concentração de nutrientes em áreas degradadas, pois mesmo na ausência de florestas, as gramíneas frequentemente observadas em zonas ripárias podem influenciar fortemente a ciclagem dos nutrientes em virtude do seu abundante sistema radicular (Rovira 1978). De acordo com Klapproth & Johnson (2000), a influência que a zona ripária pode exercer nas características físico - químicas da água nos cursos d'água varia fortemente, sendo determinada principalmente pela hidrologia, geomorfologia local e estrutura da vegetação nestas áreas.

No presente estudo avaliamos a qualidade da água ao longo de um gradiente de degradação e encontramos padrões diferentes dos estudos acima referidos, que contrastam córregos preservados versus desmatados. O estudo de gradientes ambientais mostra que as diferenças de concentrações de nutrientes reportadas na literatura podem resultar de fatores mais complexos, que incluem a hidrologia e fatores de impactos locais, como a construção de açudes. Desta forma, são necessários mais estudos para se compreender como alterações antrópicas em diferentes graus influenciam o ciclo

de nutrientes de ecossistemas lóticos.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstra o importante papel que a vegetação ripária exerce na conservação e manutenção dos recursos hídricos, principalmente no que se refere aos aspectos qualitativos da água dos córregos. De forma geral os parâmetros físico-químicos podem ser bons indicadores das alterações da estrutura das zonas ripárias dos córregos. O detalhamento das relações entre a estrutura das comunidades vegetais e parâmetros de qualidade da água devem esclarecer questões acerca da grande variação observada na literatura das descrições destes parâmetros em pequenas escalas, entre microbacias e até num mesmo riacho. As muitas variáveis ambientais que podem influenciar a ciclagem de nutrientes devem ser consideradas antes de qualquer generalização.

REFERÊNCIAS

Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Parkinsin, J.A., Quarmby, G. (1974). Chemical Analysis of Ecological Materials. *Oxford, Blackwell*, 565p.

Benstead J, Douglas M.M, Pringle C.M. 2003. Relationships of Streaminvertebrate Communities to Deforestation in Eastern Madagascar. *Ecological Applications*, 13(5): 1473-1490

Biggs, T. W., Dunne T., & Martinelli L.A. 2004. Natural controls and human impacts on stream nutrient concentrations in a deforested region of the Brazilian Amazon basin. *Biogeochemistry* 68:227 - 257.

Brinson M.M. & Malvarez AI. 2002. Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. *Environ. Cons.* 29:115-133.

Bunn S.E, Davies PM & Mosisch TD. 1999. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshw Biol* 41: 333 - 345.

Checchia, T. 2003. Influência da zona ripária sobre os recursos hídricos: aspectos quantitativos e qualitativos. In: *I Seminário de Hidrologia Florestal, 2003, Alfredo Wagner. Zonas Ripárias. Florianópolis: PPGEA/UFSC*, p. 87 - 101.

DNAEE/EESC 1980. Bacia Experimental Rio Jacaré - Guaçu. *São Carlos: EESC - USP, 1980*.

Faria A.P. & Marques J.S. 1999. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. *Ciência Hoje* 25:56 - 61

Galatowitsch S.M., Whited D.C., Lehtinen R., Husveth J. & Schik K. 2000. The vegetation of wet meadows in relation to their land - use. *Environ. Monitor. Assess.* 60: 121-144.

Heartsill - Scalley T. & Aide T.M. 2003. Riparian vegetation and stream condition in a tropical agriculture secondary forest mosaic. *Ecol. Appl.* 13: 225 - 234.

Hinkel R. 2003. Vegetação Ripária: Funções Ecológica. *I Seminário de Hidrologia Florestal, 2003, Alfredo Wagner. Zonas Ripárias. Florianópolis: PPGEA/UFSC*, p 40 - 48.

Klapproth J.C. & Johnson J.E. 2000. Understanding the science behind riparian forest buffers: effects on water quality. *Virginia Cooperative Extension Pub.* 120 - 151.

Koroleff F. 1976. Determination of nutrients. In: Grasshoff K. (Ed.) *Methods of seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim, New York*, pp. 125 - 131.

Mackereth F.J.H, Heron J. & Talling J.F. 1978. Water chemistry: some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association, Sci. Po. n° 36*.

McGarigal, K., S. Cushman, and S. Stafford. 2000. *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research. Springer - Verlag, New York*.

Naumburg E. & DeWald L.E. 1999. Relationships between *Pinus ponderosa* forest structure, light characteristics, and understory graminoid species presence and abundance. *For. Ecol. Manag.* 124:205 - 215.

Neill, C., L.A. Deegan; S.M. Thomas & C.C. Cerri. 2001. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small amazonian streams. *Ecological Applications, Washington*, 11 (6): 1817 - 1828.

Quinn J.M, Cooper A.B, Davies - Colley R.J., Rutherford JC & Williamson R.B. 1997. Land use effects on habitat, water quality, periphyton and bentic invertebrates in Waikato, New Zealand. *New Zeal. J. Mar. Freshw. Res.* 31:579 - 597.

Rovira A.D. 1978. Microbiology of pasture soil and some effects of microorganisms on pasture plants. In: WILSON, J.R. (ed.). *Plant relations in pastures. Melbourne: CSIROp.* 95 - 110.

Sweeney, B.W., et al., 2004. Riparian Deforestation, Stream Narrowing and Loss of Stream Ecosystem Services. *PNAS.* 101:14132 - 137