

# A Mata Ciliar/Curso d'água é um Ecossistema Único?

Eduardo Luis Ruppenthal<sup>1</sup>, Cecília Schuler Nin<sup>1</sup> e Gilberto Gonçalves Rodrigues<sup>2</sup>

## Introdução

Os cursos d'água são considerados sistemas abertos relacionados aos processos ecológicos da bacia hidrográfica. Este sistema é caracterizado por trocas multidirecionais que ocorre em quatro dimensões [1]. A dimensão longitudinal (cabeceras – foz) onde a dinâmica do sistema situada à jusante depende dos processos físicos, químicos e ecológicos que se desenvolvem a montante. A dinâmica transversal (margem – planície fluvial): o rio funciona com a sua superfície aluvial constituída por um mosaico de habitat. Nas encostas onde estes cursos nascem e se estendem (ordens 1 – 3), as matas ciliares desempenham vários papéis fundamentais em matéria de funcionamento ecológico, relacionados a estabilização das margens e filtração, prevenção de inundações, criação e diversificação de habitats, regulação da luminosidade e da temperatura, fonte de matéria orgânica (produção primária), desnitrificação e despoluição [2], e também social: produtos não-madeiros obtidos deste ecossistema são extraídos como fonte de alimento, medicamento e diversas utilidades domésticas (detergentes, óleos, polpa de frutas, etc), artesanais e comerciais (fibras vegetais) [3] e paisagístico tendo a vegetação modelando a paisagem. A dimensão vertical (superfície – fundo): existem relações estreitas entre as águas da superfície e as subterrâneas que se manifestam por trocas em água e elementos biológicos e dissolvidos: sais minerais, nitratos e poluentes. E a dimensão temporal: os atuais sistemas aquáticos são heranças tanto no plano geomorfológico como no plano ecológico, das alterações climáticas e tectônicas que ocorreram no passado. Para compreender a sua estrutura e funcionamento, é necessário conhecer a sua história e evolução e implantação, assim como as condições de dinâmica da flora e fauna [4].

Na verdade, seria necessário acrescentar uma quinta dimensão aos ecossistemas, a das trocas do curso d'água com a atmosfera: evapotranspiração e pluviometria, fornecimentos de substâncias dissolvidas pelas chuvas, trocas gasosas (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), queda de poeiras atmosféricas, etc. Estas trocas controlam os elementos do balanço hidrológico e, por conseguinte, o motor do funcionamento dos sistemas [5]. Estas múltiplas relações são suficientes para avaliarmos a complexidade existente neste ecossistema. Além disto, as nascentes de cursos d'água consideram-se de 1ª ordem; normalmente possuem um dossel fechado que não permite a incidência da luz solar, prejudicando a produção primária autóctone ou autotrófica (dificuldade da realização da fotossíntese pelas algas e/ou macrófitas) e neste caso, a entrada de matéria e energia para o sistema ocorre basicamente pelo

processo de produção primária (consumo do material previamente produzido por organismos autotróficos) a partir das mata ciliar. Ainda, em cursos d'água de baixa ordem, a produção primária envolve o aporte de material alóctone e sua assimilação por organismos consumidores dentro do sistema [6].

O estudo em nível ecossistêmico leva em conta processos ecológicos de produção primária: material vegetativo (folhas, galhos e troncos) e diásporos (flores e frutos). A dinâmica de deriva de diásporos tanto a montante como a jusante de um determinado trecho demonstra a influência dos cursos d'água na formação da vegetação circundante – mata ciliar. Esse processo interliga os sistemas terrestre e aquático, formando assim, um ecossistema único [7].

Inúmeros estudos têm demonstrado a relação da mata ciliar em cursos d'água [8]. Pesquisas conduzidas por Gessner & Chauvet [9] utilizaram experimentos com bolsas-de-folhíço para acessar a integridade funcional de cursos d'água.

Desta forma, procuramos elucidar a relação da mata ciliar com a nascente de um curso d'água, a partir da análise de processos ecológicos, como o processamento da decomposição foliar, a produção primária líquida e o consumo do folhíço de uma espécie nativa da mata ciliar (*Myrsine lorentziana*, Myrsinaceae) e desta na presença de outras espécies (*Gochnatia polymorpha*, Asteraceae e *Myrceugenia glauscences*, Myrtaceae), em experimentos de campo.

## Material e métodos

A nascente do Arroio Garapiá (UTM 6737119/578572) está localizada no Centro de Pesquisas Pró-Mata/Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que se situa no município de São Francisco de Paula, RS, com altitude em torno de 900 m, altos níveis de pluviosidade, temperaturas baixas no inverno (média anual de 16° C), e inserida em uma matriz paisagística formada por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra. No trecho do curso d'água, onde foram conduzidos os experimentos, verificou-se a predominância de mirtáceas com mais de 17% do total das morfoespécies (47), distribuídas em 27 famílias. Neste trecho as condições físicas da água são: pH neutro (6,55) e bem oxigenada (OD. 8,40 mg/l).

Para os experimentos de decomposição foliar e colonização de consumidores aquáticos foram utilizadas bolsas-de-folhíço de três espécies arbóreas nativas, coletadas no local de estudo. Entre junho 2004 a janeiro 2005 foram conduzidos experimentos em campo, no qual foi exposto um total de 80 bolsas, sendo 40 bolsas

1. Acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43422, sala 115, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970. E-mail: elruppenthal@ecologia.ufrgs.br

2. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ecologia (Colaborador convidado), Centro de Ecologia, Instituto de Biociências, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43422, sala 115, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970. E-mail: gilberto\_rodrigues@ecologia.ufrgs.br  
Apoio financeiro: CAPES/PRODOC

(únicas) de *Myrsine lorentziana* e 40 bolsas (mistas) com as espécies: *M. lorentziana*, *G. polymorpha* e *M. glaucescens*. Após 24 horas, 7, 14, 28, 60, 90, 120 e 210 dias, quatro amostras (bolsas) de cada conjunto (únicas e mistas), foram retiradas para o processamento e análise em laboratório. A partir dos experimentos foram obtidos os seguintes dados: a) perda de massa foliar; b) coeficiente da taxa de decomposição; c) produção primária líquida; d) abundância de consumidores colonizadores. Os coeficientes de processamento ( $k \cdot \text{dias}^{-1}$ ) obtidos por meio da perda da massa das folhas (%R) foram calculados de acordo com Petersen & Cummins [10], a partir de um modelo exponencial não linear.

As diferenças entre as perdas de massa foliar foram testadas com análises de variância (ANOVA). A partir da determinação da perda de massa foliar, utilizou-se a equação aplicada por Junk & Piedade [13] e proposta por Symbula & Day [14], que estima a produção primária líquida (PPL) para cada período coletado. Após o processamento do material vegetal, os organismos consumidores foram separados em estereomicroscópio e classificados em tipos funcionais.

## Resultados e discussão

Nos experimentos realizados foi avaliada a importância da decomposição foliar de *M. lorentziana* (bolsa única) nos processos ecológicos, e desta em combinação com *G. polymorpha* e *M. glaucescens* (bolsas mistas). Verificou-se que o remanescente de massa foliar (%R) para *M. lorentziana* foi de  $\%R = 0,69 \pm \text{sd } 0,69$  e para a combinação das três espécies foi de  $\%R = 9,89 \pm \text{sd } 3,29$  (Fig. 1). Entretanto esta diferença não foi estatisticamente significativa (ANOVA,  $F = 0,1817$ ;  $p = 0,6764$ ;  $\alpha = 0,05$ ) para as perdas de massa foliar. Porém, quando observados os coeficientes de processamento de decomposição foliar ( $k$ ) para os experimentos com bolsa única (*M. lorentziana*) verificou-se que este foi menor ( $k = -0,010$ ) do que para as bolsas mistas ( $k = -0,005$ ). Segundo a classificação de Petersen & Cummins [10] e Bärlocher [15], observa-se que a decomposição de *M. lorentziana* em bolsas únicas foi “rápida” ( $k \geq 0,01$ ), enquanto da combinação das três espécies foi “moderada” ( $k = 0,005 - 0,01$ ).

Ecologicamente, esta velocidade de decomposição ocorre pela influência do meio físico, bem como da atividade biológica (processo de decomposição). Porém, características inerentes às espécies vegetais podem ser mantidas, mesmo em fase de degradação (atividade antibacteriana, metabólitos secundários, etc), o que influencia também no consumo (colonização das folhas) pelo biofilme fúngico e bacteriano, e demais consumidores [16,17]. O processo de decomposição destas folhas ocorre em três fases não excludentes: perda de material foliar através da quebra mecânica (lixiviação); em seguida, a decomposição por meio da ação microbiana e, por fim, a colonização por macroinvertebrados aquáticos [18].

Uma estimativa da PPL foi calculada a partir dos experimentos de decomposição foliar para *M. lorentziana* e em combinação com *G. polymorpha* e *M. glaucescens*. A contribuição de *M. lorentziana* foi maior

(PPL = 1133,17) quando em bolsas únicas, do que na presença das outras duas espécies (PPL = 690,405) (Fig. 1). Isto leva-nos a afirmar que a maior perda de massa foliar em tempo menor contribui com uma maior produção primária para o sistema aquático. Da mesma forma, observou-se que dentre os consumidores que colonizaram as folhas nos experimentos de decomposição, participaram da fase inicial do processo os fragmentadores e os raspadores, característicos de cursos d'água de 1ª ordem, predominando nos primeiros períodos de exposição das bolsas (1 a 90 dias). Porém em bolsas únicas (*M. lorentziana*), a relação fragmentadores/raspadores diminuiu ao passar do tempo neste período inicial e, após 120 dias (até o final do experimento), ocorreu a colonização dos demais consumidores, com a predominância de coletores, filtradores e predadores, tanto em bolsas únicas, como em bolsas mistas. É denotada a influência dos fragmentadores/raspadores que atuam de forma mais intensa nos primeiros períodos do processo, auxiliando na degradação do material foliar e fazendo com que a matéria orgânica seja particulada, aumentando assim a colonização de outros grupos funcionais [18].

Bird & Kauschik [19], Linklater [20] e Ivanov [21] demonstraram que o material alóctone, principalmente o folhíço, influencia a presença de consumidores em termos de composição e riqueza de espécies, abundância e densidade. A cadeia trófica deste curso d'água, que se inicia com a entrada do material alóctone, é oriunda da mata ciliar e após da lixiviação e colonização microbiana. Este processo possibilita a colonização de macroinvertebrados aquáticos, principais responsáveis pela decomposição foliar em sistemas aquáticos. Não obstante, a importância do folhíço oriundo da mata ciliar não influencia somente a biota aquática, mas também a mata circundante. Ressalta-se que estes materiais particulados, provenientes da decomposição foliar, são mineralizados e os nutrientes depositados em áreas adjacentes à calha do curso d'água, disponibilizam recursos para o estabelecimento de espécies vegetais da mata ciliar, que por sua vez exercem influência direta na colonização de consumidores e na cadeia trófica. Essa relação intrínseca entre os processos ecológicos (produção, consumo e decomposição) existentes no curso d'água/mata ciliar liga os dois sistemas, terrestre e aquático, formando um ecossistema único.

O arroio Garapiá ocorre em região com grande pluviosidade (em alguns locais podendo ultrapassar os 2.250 mm.ano<sup>-1</sup>), o que influencia sua hidrodinâmica, proporcionando um mosaico de habitats úmidos, que podem facilitar ou dificultar o estabelecimento de espécies vegetais da mata ciliar. Nestas áreas adjacentes, a ciclagem de nutrientes na mata ciliar é mais intensa e mais veloz pelas condições já citadas, do que em outras regiões da mata, e os diásporos que ali se encontram, ou que são transportados pela água (hidrocoria), podem encontrar um ambiente fértil para seu estabelecimento. Essa ligação entre os processos ecológicos (produção, consumo e decomposição) é um dos principais motivos de existirem espécies vegetais características de mata ciliar, com taxas de processamento de decomposição

rápida e moderada, devido à presença de organismos com tipos funcionais adaptados a este ecossistema.

## Conclusões

1) A utilização de bolsas únicas e mistas não influenciou os processos ecológicos, como decomposição, produção primária e colonização de consumidores na nascente do um curso d'água.

2) Existe uma relação intrínseca entre a perda de massa foliar remanescente (%R), aumento da produção primária líquida e aumento de consumidores, evidenciando a importância funcional da vegetação nativa da mata ciliar para o curso d'água.

## Referências

- [1] WARD, I. V., TOCKNER, K., ARSCOTT, D. B. & CLARET, C. 2002. Riverine landscape diversity. *Freshw. Biol.* 47:517-539.
- [2] MARIDET, J. E. & COLIN-HUET, F. Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Masson, Paris.
- [3] RODRIGUES, G. G. 2006. Potencialidade de Produtos Florestais Não-Madeiros: uma alternativa para a Mata Atlântica do sul do Brasil. (<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>).
- [4] FRISSEL, C. L. J., LISS, W. J., GRIMM, N. B., BUSH, D. E. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, v.10, p. 199-244.
- [5] LÊVÊQUE, C. 2001. Ecologia do ecossistema à biosfera. Paris, França. 572p.
- [6] GILLER, P.S. & MALMQVIST, B. 1998. The biology of streams and rivers: biology of habitats. Oxford Univ.Press. 296 p
- [7] BARBOSA, A. F. 2005. Desenvolvimento de metodologia para análise de impacto e monitoramento ambiental a partir do estudo do metabolismo de sistemas aquáticos utilizando os processos de decomposição e colonização foliar por macroinvertebrados como indicativo da qualidade ecológica d'água. Monografia (Bacharelado) – UFRGS, Porto Alegre, RS.
- [8] MARTINS, S.V. 2001. Recuperação de Matas Ciliares. Viçosa, Brasil.
- [9] GESSNER, M. O. & CHAUVET, E. 2002. A case for using litter breakdown to assess functional stream integrity. *Ecological Applications*. 12 (2): 498-510.
- [10] PETERSEN, R.C. & CUMMINS, K.W. 1974. Leaf processing in a woodland stream, *Freshw. Biol.* 4: 1-343.
- [13] JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. 1993. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. *Hydrobiologia*, 263:155-162.
- [14] SYMBULA, M.; DAY JR., F.D. 1988. Evaluation of two methods for estimating belowground production in freshwater swamp forest. *The Americ. Midland Naturalist*, 120(2): 405-415.
- [15] Bärlocher, F. 2005. Leaf mass loss estimated by litter bag technique, p. 37-42. In: M.A.S. Graça, F. Bärlocher & M. Gessner (eds.), *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide*. Springer. The Netherlands. 329p.
- [16] SUBERKROPP, D., ARSUFFI, T. I. & ANDERSON, J.P. 1983. Comparison of degradative ability, enzymatic actin, and palatability of aquatic hyphomycetes grown of leaf litter. *Appl. Environm. Microbiol.* 46: 237-244.
- [17] BALDY, V., GESSNER, M.O & CHAUVET, E. 1995. Bacteria, Fungi and the Breakdown of Leaf Litter in a Large River. *74(1)*: 93-102.
- [18] WEBSTER, J.R. & BENFIELD, E.F. 1999. What happens to allochthonous material that falls into streams? A synthesis of new and published information from Coweeta. *Freshw. Biol.* 41:684-705.
- [19] BIRD, G. A. & KAUSHICK, N. K. 1992. Invertebrate colonization and processing of maple leaf litter in a forested an a agricultural reach of a stream. *Hydrobiol.* 234: 65-77.
- [20] LINKLATER, W. 1995. Breakdown and detritore colonization of leaves in three New Zealand streams. *Hydrobiol.* 306:241-250.
- [21] IVANOV, V. K. 1997. Temporal and spatial dynamics of leaf litter-dwelling macroinvertebrates from lakes of different types in a vertical distribution aspect. *Russian Journal of Aquatic Ecology*. 6(1-2): 35-41.

**Figura 1.** Experimentos de decomposição foliar. Acima: Massa foliar remanescente (%R) de *M.lorentziana* (bolsa única) e *M. lorentziana*, *G. polymorpha* e *M. glaucescens* (bolsa mista); Abaixo: Produção primária líquida (PPL) (vermelho: bolsa única; verde: bolsa mista).

