



DINÂMICA NUTRICIONAL DOS DETRITOS VEGETAIS ALÓCTONES EM UMA MATA RIPÁRIA SUBTROPICAL

Lize Cancelier Caldas^{1*}, Leonardo Kleba Lisboa¹, Aurea Luiza Lemes da Silva¹ & Mauricio Mello Petrucio¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ecologia e Zoologia, Laboratório de Ecologia de Águas Continentais, Campus Universitário, s/n - Trindade, CEP: 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

E-mails: lizecaldas@yahoo.com.br (*autor correspondente); leokleba@gmail.com; luizalemes@yahoo.com.br; mpetrucio@gmail.com.

Resumo: O presente estudo avaliou as mudanças temporais no aporte de carbono, nitrogênio e fósforo presente nos detritos foliares alóctones em uma mata ripária subtropical, correlacionando os índices de precipitação e temperatura do ar. As hipóteses formuladas para este trabalho foram: (1) os dez táxons mais abundantes no local terão maior importância ecológica para o sistema aquático contribuindo nutricionalmente de forma mais representativa, entretanto, essa contribuição e importância podem se alterar temporalmente; (2) quanto menor a temperatura e maior o índice de precipitação, maiores serão as concentrações de nutrientes nos detritos foliares. Os procedimentos de coletas foram realizados mensalmente, durante dois anos, no riacho Cachoeira Grande, de Floresta Ombrófila Densa preservada, localizado em Florianópolis/SC. Foram demarcados em campo cinco pontos de coleta onde foram instalados os coletores verticais, laterais e terrestres. Os detritos vegetais coletados foram levados para o laboratório, secos em estufa, identificados, triados, pesados e triturados para as análises químicas. Os resultados deste trabalho mostraram que, conforme a hipótese 1, alguns táxons, como por exemplo *Tetrorchidium rubrivenium* e *Sebastiania sp.*, apresentaram importância ecológica variável ao longo do tempo. Enquanto alguns detritos foliares continham concentrações nutricionais menores, outros táxons continham os nutrientes em maior quantidade. Mas, contrariando a hipótese 2, os índices de precipitação e as variações de temperatura não proporcionaram maiores entradas de nutrientes no sistema aquático, sugerindo-se que essas concentrações sejam influenciadas por outros fatores. Apesar das principais espécies do sistema apresentarem razões estequiométricas foliares diferentes, não houve período observado de carência no aporte de nutrientes, que, diferentemente das observações da literatura, não sofreram influência de variações na temperatura ou precipitação.

Palavras chave: variação temporal; concentração nutricional; aporte vegetal; riacho subtropical.

NUTRITIONAL DYNAMICS OF ALLOCHTHONOUS VEGETAL DEBRIS IN A SUBTROPICAL RIPARIAN FOREST: This study evaluated the temporal changes of carbon, nitrogen and phosphorus leaf litter content in the allochthonous input of a subtropical riparian forest, making correlations with precipitation and air temperature. We formulated the following hypotheses: (1) the 10 most abundant taxa will have greater ecological importance to the aquatic system by contributing nutritionally more, and this contribution can vary temporarily; (2) lower temperatures and higher the precipitations rates will increase the nutrition content of leaf litter. Samples were performed monthly during two years, in the Cachoeira Grande stream, located in a preserved Atlantic Rainforest segment in Florianopolis city, SC, Brazil. Five sample points were chosen to

install vertical and terrestrial samplers. Leaf litter sampled was taken to laboratory, dried in oven, identified, weighted and triturated for chemical analyses. Results demonstrated that, as hypothesis 1 suggested, some taxa (e.g. *Tetrorchidium rubrivenium* and *Sebastiania* sp.) presented temporal variation in the ecological importance for the system. While some taxa showed lower nutritional content, others presented higher nutrient concentrations. However, against hypothesis 2, precipitation index and temperature variations were not correlated with higher nutrient input to the aquatic system, suggesting that this dynamic is influenced by other factors. Despite different stoichiometric values of the leaves, it was not observed a shortage period of nutrients input to the system. Differently to the observed literature, the nutrient content of the leaves did not suffer influence of temperature or precipitation variations.

Keywords: temporal variation; nutritional content; plant input; subtropical stream

INTRODUÇÃO

As comunidades de plantas presentes nas zonas ripárias são compostas por táxons adaptados às perturbações ambientais e com taxas maiores de produção primária em comparação com as florestas de terra firme (Naiman & Decamps 1997), garantindo a manutenção dos processos ecológicos nos sistemas aquáticos devido ao abastecimento regular e constante de nutrientes disponibilizados pelos detritos vegetais alóctones (Cummins *et al.* 1983, Connors & Naiman 1984). Os detritos foliares alóctones são compostos principalmente por folhas que contribuem com cerca de 67,5 % a 75 % a mais do que as outras frações vegetativas (galhos, flores, frutos e sementes) (Cunha 1993), sendo considerados as principais fontes de nutrientes e matéria orgânica nas zonas ripárias (Cummins *et al.* 1983, Pagano & Durigan 2000).

Os padrões de entrada dos detritos foliares alóctones para os sistemas aquáticos são determinados pela estrutura da vegetação ripária (Silva-Júnior *et al.* 2001, Oliveira & Felfili 2005, Tank *et al.* 2010) e por mudanças nos valores de temperatura e precipitação (França *et al.* 2009, Rezende *et al.* 2010, Lisboa *et al.* 2014, Tonin *et al.* 2017). Algumas espécies vegetais apresentam características sazonais, onde nos períodos chuvosos se observa um aumento na entrada de folhas para o ambiente (Lisboa *et al.* 2014, Fiori *et al.* 2016). Esta diferença na aporte de matéria orgânica para os ecossistemas é conhecida como dinâmica de MO e pode modificar a quantidade e a qualidade dos nutrientes que entram no sistema aquático (Tibbets & Molles 2005, Kominoski 2012), trazendo modificações na produtividade e nos processos funcionais destes ambientes (Cummins *et al.* 1989, Bolnick *et al.* 2011).

Alguns estudos têm demonstrado que algumas espécies acumulam nutrientes por serem adaptadas a períodos chuvosos e absorverem nutrientes em condições de baixa concentração de oxigênio (O₂) (Naiman & Decamps 1997). Em um estudo realizado em uma floresta tropical, os detritos foliares apresentaram teores mais elevados de nitrogênio (N) no final da estação seca, diminuindo nos meses mais chuvosos, já os teores de fósforo (P) aumentaram com a chegada das chuvas (Vital *et al.* 2004). Mas para Scalley *et al.* (2012), que analisaram a exportação de folhas e materiais vegetais em dois riachos de cabeceira em uma floresta úmida tropical do Caribe durante 18 anos, os resultados apontaram que as maiores entradas de N e P no sistema foram observadas em períodos com maiores índices de precipitação. Outros estudos sugerem que as concentrações de N e P estão associados negativamente com a temperatura em uma escala global ou regional (Han *et al.* 2005, Fyllas *et al.* 2009). Em escala global, as concentrações de N apresentaram fraca correlação com os valores de temperatura entre 5 °C e 10 °C, entretanto, à medida que a temperatura vai diminuindo, as concentrações de N aumentam, indicando adaptação da planta ao frio (Körner 1989, Reich & Oleksyn 2004).

As assimilações de carbono (C), N e P pela vegetação ripária variam temporalmente e podem acontecer por diversos motivos, tais como a disponibilidade dos elementos, capacidade de absorção de cada espécie (McGroddy *et al.* 2004, Reich & Oleksyn 2004, Ågren & Weih 2012); variações de temperatura (Körner 1989, Han *et al.* 2005, Ågren 2008, Ordoñez *et al.* 2009); estágios de crescimento (Sterner & Elser 2002, Han *et al.* 2011, Zhang *et al.* 2012) e índices de precipitação (Ordoñez *et al.* 2009). Ou seja, as variações nutricionais

encontradas nos detritos foliares estão associadas com fatores bióticos e abióticos do habitat em que estão inseridas e os teores encontrados na sua biomassa indicam a composição da vegetação, limitação de nutrientes, funcionamento e nível da comunidade. As variações encontradas na dinâmica nutricional dos detritos foliares alóctones ao longo do tempo, possibilitam realizar o balanço estequiométrico de razão C:N:P, que consiste no equilíbrio dos elementos químicos, permitindo integrar indivíduos com qualidades nutricionais semelhantes, mesmo pertencendo a escalas espaciais diferentes (Elser *et al.* 2000, Sterner & Elser, 2002).

Nas regiões tropicais, as razões C:P e C:N geralmente são maiores ou constantes quando comparadas a ambientes temperados (Güsewell 2004, McGroddy *et al.* 2004, Reich & Oleksyn 2004). Entretanto, o balanço de N:P não apresenta padrões específicos devido aos fatores ambientais (temperatura, disponibilidade de luz e água) afetarem a taxa de crescimento relativo em árvores tropicais (Ågren 2004, Cernusak *et al.* 2010). Em sistemas aquáticos, as razões N:P encontradas nos detritos foliares parecem ser constantes e não possuem padrão latitudinal. Entretanto, estudos tem demonstrado que a razão N:P é sempre maior em altas temperaturas e precipitação, independente de taxonomias, em escalas globais ou regionais (Reich & Oleksyn 2004). Porém, não são todos os estudos que detectam padrões de N:P relacionados às condições climáticas (Vitousek *et al.* 2010). Alguns não observam relações de N:P com latitudes ou precipitação em áreas tropicais (Sardans & Peñuelas 2007). Em relação às razões C:N, razões maiores foram encontradas durante o período chuvoso em uma floresta úmida tropical do Caribe (Scalley *et al.* 2012).

A razão N:P pode aumentar com a temperatura e a variabilidade de nutrientes encontrada nos trópicos como resultado das características do solo e das espécies, e não da latitude e da precipitação (Körner 1989). Entretanto, esta observação contraria outros estudos, que apontam que a relação N:P não é influenciada por índices de precipitação, temperatura e períodos de crescimento, mas sim determinada pela filogenia (Niklas *et al.* 2005, Sardans *et al.* 2008, Kattge *et al.* 2011, Zhang *et al.* 2012). Podemos, ainda, citar outros trabalhos que demonstraram que a taxonomia influencia

as concentrações (Thompson *et al.* 1997), e que, algumas espécies possuem maior capacidade de acumular certos elementos (White *et al.* 2007).

Este estudo buscou avaliar as mudanças temporais no aporte de carbono, nitrogênio e fósforo presente nos detritos foliares alóctones e caracterizar as razões estequiométricas dos principais táxons vegetais que contribuem na entrada de matéria orgânica em um riacho inserido no bioma de Mata Atlântica, verificando sua relação com dados climáticos da região. Levando em consideração que a dinâmica dos nutrientes nos detritos foliares alóctones é influenciada por fatores como temperatura e precipitação e a composição química das folhas, as hipóteses desse trabalho são: (1) os táxons mais abundantes irão contribuir nutricionalmente de forma mais representativa ao sistema aquático ao longo do tempo, entretanto, essa contribuição e importância podem se alterar temporalmente; (2) quanto menor a temperatura e maior o índice de precipitação, maiores serão as entradas de nutrientes no sistema aquático.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Municipal da Lagoa do Peri (PMLP), localizado ao sul de Florianópolis (Figura 1). Seu entorno se caracteriza pela presença de ambientes de restinga, formações lacustres e marinhas (Vibrans *et al.* 2013). O solo é caracterizado como Neossolo Flúvico ou Solo Aluvial, onde não ocorrem períodos de inundações (Jacomine 2004). A formação é classificada como Floresta Ombrófila Densa sem Influência Fluvial (Rodrigues 2004), e encontra-se em estágio avançado de regeneração, também conhecido como capoeirão e mata secundária (Klein 1980). A formação florestal local é caracterizada pela presença de espécies caducifólias e as folhas das espécies presentes nessas regiões normalmente apresentam gemas foliares desprotegidas e não possuem mecanismos de defesa em temperaturas baixas e secas (Veloso *et al.* 1991).

O clima na região é do tipo Cfa, temperado subtropical, segundo classificação climática de Köppen-Geiger (Peel *et al.* 2007), apresentando chuvas distribuídas uniformemente durante o ano e verões rigorosos (Nascimento 2002). A região contou com a presença do fenômeno La Niña no

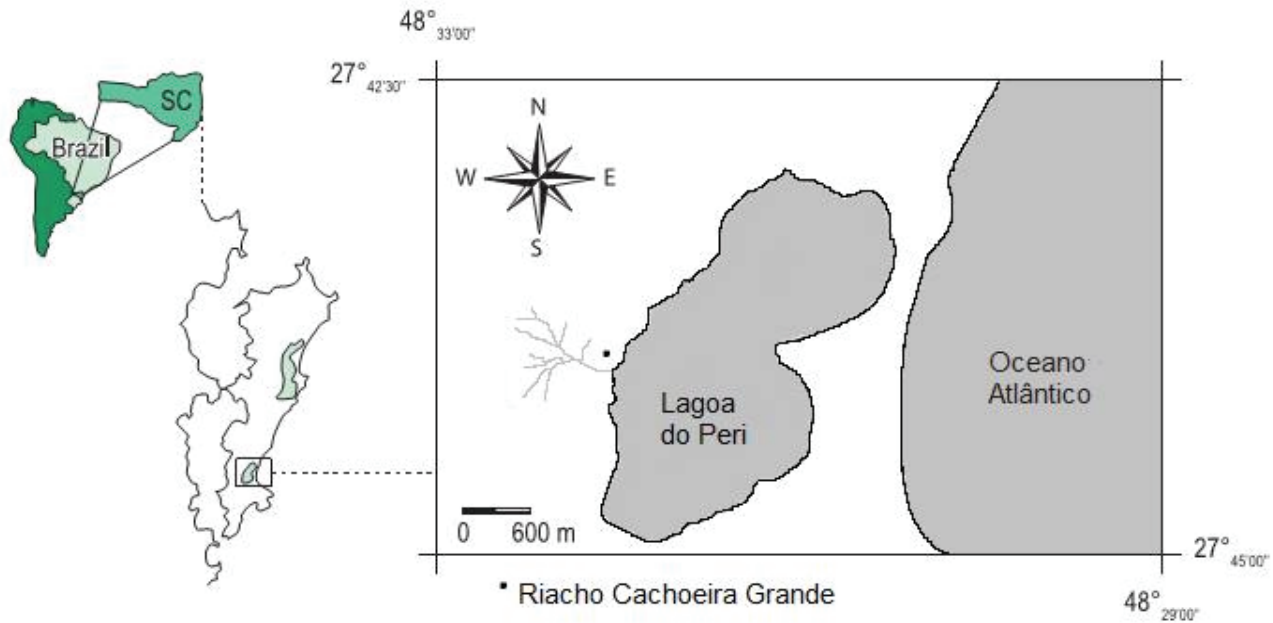


Figura 1. Localização geográfica da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri e do Riacho Cachoeira Grande, Florianópolis, SC. Adaptado de Lisboa (2011).

Figure 1. Location of the Peri Lagoon Watershed and the Cachoeira Grande stream in Florianópolis, SC. Adapted from Lisboa (2011).

período de junho de 2010 a maio de 2011 e agosto de 2011 a abril de 2012, segundo dados obtidos pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

Durante o período de estudo, a temperatura média anual foi de 21,5 °C, sendo que a temperatura média máxima ocorreu no mês de fevereiro de 2012 (31,1 °C) e a temperatura mínima, em julho de 2013 (11,9 °C). A média de precipitação anual no período de estudo foi de 137,64 mm. O maior índice de precipitação ocorreu no mês de março de 2013 (388 mm) e a mínima em agosto de 2012 (40 mm). Os dados de temperatura e precipitação foram fornecidos pelo Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI).

Delineamento amostral

As amostras foram coletadas no riacho Cachoeira Grande (48°31'W e 27°42'S) cuja área de drenagem corresponde a 1,66 km² com nascente localizada a uma altitude de 280 m que percorre 1,17 km até desembocar na Lagoa do Peri (Santos *et al.* 1989). Foram realizadas coletas mensais, no período de agosto de 2011 a julho de 2013. Para uma maior representatividade dos dados, foram demarcados cinco locais de coleta no riacho Cachoeira Grande,

separados a uma de distância de 20 m.

Para verificar os aportes verticais, foram colocadas em cada ponto três cordas amarradas em árvores de margem a margem, cada uma contendo seis baldes de 26 cm de diâmetro, representando os aportes verticais e coletando os detritos vegetais alóctones que cairiam diretamente no riacho. Em cada margem estavam localizados os aportes laterais, coletando os detritos vegetais que seriam carregados do solo para dentro do riacho. Estes coletores foram confeccionados com malhas de 5 mm de abertura, em proporções de 0,2 m altura x 0,5 m largura e profundidade de 30 cm, somando, ao todo, 10 aportes. Os coletores terrestres foram localizados a uma distância de 10 m do curso d'água, servindo para coletar o que cairia na zona ripária do riacho. Formavam um conjunto de 10 coletores, com 1 m² de área e 10 cm de altura de aba, com profundidade de 10 cm e 5 mm de malha e suspensos a 1 m do solo.

Todo material recolhido dos aportes (verticais, laterais e terrestres) foi levado para o laboratório, seco em estufa a 60 °C por 72 h e separado em folhas, galhos e miscelânea (pequenos pedaços de parte vegetativa e diáspora). Após a seleção, as folhas foram pesadas em balança analítica para determinação de peso seco. Para este estudo, apenas os táxons mais abundantes foram

selecionados para trituração e posterior análise de nutrientes, listados por ordem de maior contribuição de biomassa entre todos os aportes analisados (verticais, laterais e terrestres) segundo Lisboa *et al.* (2014): *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl, *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl, *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burg, Lanj. & W. Boer, *Cupania vernalis* Cambess, *Sebastiania* sp., *Dalechampia* sp., *Ficus eximia* Schott, *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng e *Virola bicuhyba* (Schott) Warb.

Análises de nutrientes

Para a análise de carbono, os detritos foliares foram queimados em mufla a 550 °C por 4h para estimar o Peso Seco Livre de Cinzas (AFDM) (Graça & Bärlocher 2005). As concentrações de nitrogênio das folhas foram quantificadas com base no protocolo de Tedesco *et al.* (1995). Essa análise consistiu inicialmente na digestão das amostras utilizando $H_2O_2 + H_2SO_4 + Na_2SO_4 + CuSO_4$ e Se. Posteriormente, no processo de destilação, usou-se NaOH 10M, indicador ácido bórico e H_2SO_4 0,025M para resultados de titulação. Para o fósforo, seguiu-se a digestão Nitro-Perclórica (Zasosky & Burau 1977) com metodologia de leitura em extratos ácidos por espectrofotometria segundo Murphy & Riley (1962).

Análises estatísticas

Para verificar se houve variação temporal nos teores de nutrientes dos principais táxons vegetais, foi realizada uma Análise de Variância One-Way ANOVA, utilizando-se os meses como fatores e os diferentes compartimentos da mata como réplicas de cada componente para o determinado tempo. Realizou-se também uma matriz de correlação de Pearson entre as variáveis ambientais (temperatura e precipitação) e os teores mensais de nutrientes por táxon, a fim de verificar a influência dos fatores ambientais. Os cálculos estequiométricos foram feitos através das médias de nutrientes ao longo dos anos, dividindo-os entre si (C:N, C:P e N:P).

RESULTADOS

Caracterização nutricional dos táxons

Dentre os táxons vegetais analisados (Tabela 1), os que apresentaram maiores concentrações de C

foram *A. glandulosa* (452,29 g/kg), *C. vernalis* (446,89 g/kg), *T. rubrivenium* (445,45 g/kg), *V. bicuhyba* (438,56 g/kg) e *F. eximia* (438,48 g/kg). Os táxons que apresentaram os menores teores de C foram: *S. parahyba* (430,05 g/kg), *F. adhatodifolia* (429,74 g/kg), *Sebastiania* sp. (413,86 g/kg), *Dalechampia* sp. (413,85 g/kg) e *S. bonplandii* (402,00 g/kg).

Com relação aos valores de N (Tabela 1), os táxons que apresentaram as maiores concentrações foram: *Sebastiania* sp. (12 g/kg), *C. vernalis* (8,94 g/kg), *F. eximia* (7,91 g/kg), *V. bicuhyba* (7,90 g/kg) e *S. bonplandii* (7,78 g/kg). Por outro lado, os táxons que apresentaram as menores concentrações foram: *A. glandulosa* (7,68 g/kg), *Dalechampia* sp. (7,33 g/kg), *Sc. parahyba* (7,31 g/kg), *F. adhatodifolia* (6,10 g/kg) e *T. rubrivenium* (5,21 g/kg). Os detritos foliares de *Dalechampia* sp., apresentaram valores de N mais dispersos da média, com o valor máximo de 36,75 g/kg e mínimo de 0,7 g/kg. E o táxon *C. vernalis* apresentou concentração máxima de 17,50 g/kg e, diferente dos outros detritos foliares, o valor mínimo mais alto de 2,63 g/kg.

Para o P (Tabela 1) os táxons que se destacaram com as maiores concentrações de forma decrescente foram: *F. eximia* (1,30 g/kg), *A. glandulosa* (1,16 g/kg), *T. rubrivenium* (1,10 g/kg), *F. adhatodifolia* (1,06 g/kg), *Dalechampia* sp. (1,03 g/kg), *S. bonplandii* (0,98 g/kg), *C. vernalis* e *Sc. parahyba* (0,81 g/kg), *V. bicuhyba* e *Sebastiania* sp. (0,75 g/kg). Os detritos foliares de *Dalechampia* sp. (0,45 g/kg) e a *S. bonplandii* (0,52 g/kg) tiveram resultados mínimos de P ao longo de dois anos.

No geral, os táxons com maiores médias nutricionais foram: *F. eximia* (teores elevados de N e P), seguida pela *A. glandulosa* (teores maiores de C e P) e, por último, *C. vernalis* (com maiores teores de C e N). Os táxons com menores concentrações foram: *Sebastiania* sp., com baixos teores de C e P, em segundo lugar, *Sc. parahyba* com menos N e P e, em terceiro, *F. adhatodifolia* (C e N).

Podemos observar alternância quanto à qualidade nutricional, onde os detritos foliares da *Sebastiania* sp., apresentaram concentrações maiores de N, apesar de poucas quantidades de C e P. O táxon *T. rubrivenium*, está entre os táxons com maiores concentrações de C e P, entretanto, apresentou concentrações menores de N.

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão, máximos e mínimos das concentrações de C, N e P (g/kg) dos dez principais táxons vegetais analisados, no período de agosto de 2011 a julho de 2013.

Table 1. Mean values, standard deviation, maximum and minimum values of concentrations of C, N and P (g/kg) of the first 10 most important plants, period of August 2011 to July 2013.

	Carbono (g/kg)			Nitrogênio (g/kg)			Fósforo (g/kg)		
	Média ± DP	Min	Max	Média ± DP	Min	Max	Média ± DP	Min	Max
<i>S. parahyba</i>	430,05 ± 23,09	382,68	478,12	7,31 ± 4,25	1,75	15,17	0,81 ± 0,17	0,56	1,12
<i>F. eximia</i>	438,48 ± 17,77	396,61	483,29	7,91 ± 4,58	1,75	15,75	1,20 ± 0,54	0,54	3,07
<i>T. rubrivenium</i>	445,45 ± 30,54	320,28	461,79	5,21 ± 4,52	1,33	21,45	1,10 ± 0,29	0,72	1,55
<i>F. adhatodifolia</i>	429,74 ± 28,47	386,98	534,23	6,10 ± 3,18	1,75	12,25	1,06 ± 0,23	0,61	1,41
<i>V. bicuhyba</i>	438,56 ± 32,58	323,82	534,23	7,90 ± 5,20	1,63	19,83	0,75 ± 0,12	0,62	1,12
<i>C. vernalis</i>	446,89 ± 21,30	402,42	473,81	8,94 ± 4,74	2,63	17,5	0,81 ± 0,18	0,5	1,09
<i>Sebastiania sp.</i>	413,86 ± 73,65	255,07	584,3	12 ± 7,38	1,75	31,5	0,75 ± 0,12	0,62	1,12
<i>Dalechampia sp.</i>	413,25 ± 71,49	255,07	584,3	7,33 ± 8,17	0,7	36,75	1,03 ± 0,30	0,45	1,79
<i>A. glandulosa</i>	452,29 ± 66,80	253,67	626,08	7,68 ± 6,29	1,75	22,75	1,16 ± 0,43	0,63	2,25
<i>S. bonplandii</i>	402,00 ± 41,16	248,56	460,83	7,78 ± 6,23	1,75	26,25	0,98 ± 0,21	0,52	1,41

Entrada temporal de nutrientes

Os resultados da análise de variância (Tabela 2) demonstraram que apenas para os táxons *C. vernalis*, *Dalechampia sp.* e *Sebastiania sp.* foi observada uma variação temporal significativa ($p < 0,05$) nos teores

de C. Os demais táxons mantiveram concentrações de C aproximados ao longo do tempo. Dentre todos os táxons mensurados no teste, apenas os detritos foliares de *F. eximia*, *Sebastiania sp.*, *C. vernalis* e *V. bicuhyba*, apresentaram variações significativas nos teores de N (Tabela 2) ao longo do tempo ($p <$

Tabela 2. Resultado do teste ANOVA One-Way para os teores de C, N e P dos dez principais táxons vegetais analisados, no período de agosto de 2011 a julho de 2013 ($p < 0,05$).

Table 2. One-Way ANOVA results for contents of C, N and P for the ten most important taxa analyzed in the period of August 2011 to July 2013 ($p < 0,05$).

Táxons	CARBONO		NITROGÊNIO		FÓSFORO	
	ANOVA	p	ANOVA	p	ANOVA	p
<i>S. parahyba</i>	$F_{(22;28)} = 1,543$	0,1382	$F_{(22;24)} = 1,498$	0,1675	$F_{(22;21)} = 0,924$	0,5726
<i>F. eximia</i>	$F_{(22;18)} = 0,512$	0,9313	$F_{(22;13)} = 0,861$	0,001*	$F_{(22;10)} = 1,946$	0,1379
<i>T. rubrivenium</i>	$F_{(22;8)} = 0,186$	0,9992	$F_{(11;15)} = 0,593$	0,8134	$F_{(11;11)} = 0,413$	0,9232
<i>F. adhatodifolia</i>	$F_{(22;23)} = 0,587$	0,8917	$F_{(22;16)} = 0,431$	0,9659	$F_{(22;15)} = 1,530$	0,1998
<i>V. bicuhyba</i>	$F_{(22;27)} = 1,566$	0,1331	$F_{(22;22)} = 3,491$	0,0025*	$F_{(22;17)} = 1,017$	0,4932
<i>C. vernalis</i>	$F_{(22;35)} = 2,473$	0,0081*	$F_{(22;32)} = 1,545$	0,001*	$F_{(22;28)} = 0,897$	0,5983
<i>Sebastiania sp.</i>	$F_{(2;51)} = 596,6$	0,0001*	$F_{(9;6)} = 4,598$	0,0385*	$F_{(10;4)} = 0,456$	0,8573
<i>Dalechampia sp.</i>	$F_{(22;4)} = 175,53$	0,0007*	$F_{(11;11)} = 0,581$	0,809	$F_{(11;10)} = 0,414$	0,9023
<i>A. glandulosa</i>	$F_{(22;13)} = 0,777$	0,7086	$F_{(22;4)} = 3,306$	0,1268	$F_{(11;8)} = 3,488$	0,0435*
<i>S. bonplandii</i>	$F_{(22;7)} = 0,333$	0,9772	$F_{(22;5)} = 1,838$	0,2589	$F_{(22;2)} = 0,059$	0,0001*

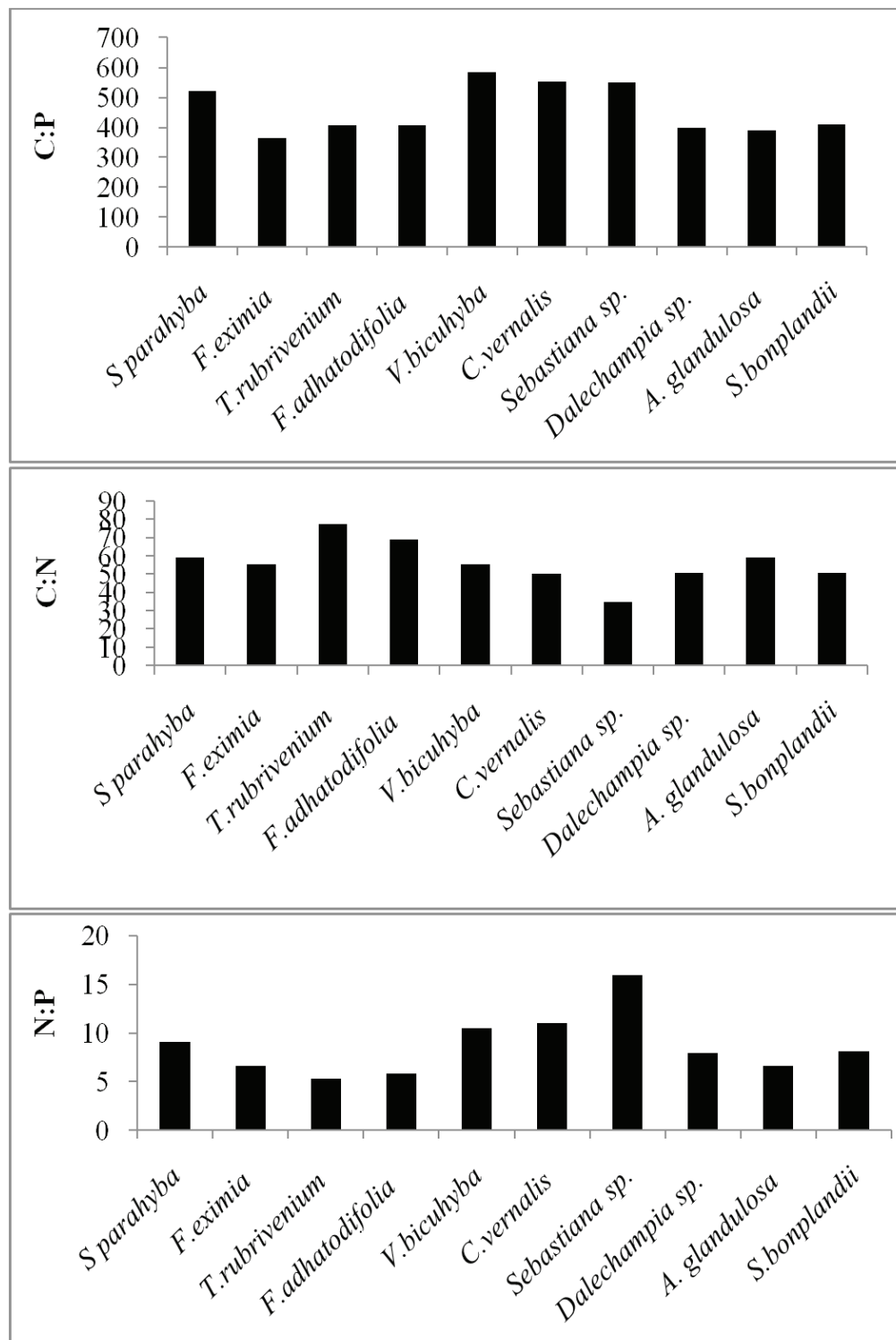


Figura 2. Razões C:P, C:N e N:P entre os detritos foliares dos dez principais táxons presentes no Riacho Cachoeira Grande, no período de agosto de 2011 a julho de 2013.

Figure 2. C:P, C: N and N:P ratios between leaf litter of the ten most important taxa of Cachoeira Grande stream, in the period from August 2011 to July 2013.

0,05). Em relação às concentrações de P, o resultado da análise de variância indicou que somente os táxons *S. bonplandii* e *A. glandulosa* apresentaram variação significativa ao longo do tempo.

Nutrientes versus fatores ambientais

Os resultados de correlação de Pearson entre os nutrientes (Tabela 5), os táxons, temperatura e precipitação não apresentaram valores significativos ($p < 0,05$). Ou seja, a precipitação, as alterações de temperatura e a identidade dos táxons não foram os fatores que influenciaram a concentração dos nutrientes (C, N e P) nos detritos foliares estudados.

Razões estequiométricas

A figura 2 demonstra as razões C:P entre os principais táxons, assim podemos observar os valores mais constantes ao longo do tempo, onde o táxon *V. bicuhyba* obtém uma máxima de 583,86 e a *F. eximia* apresenta valor mínimo de 364,00. Para as razões C:N (Figura 2) o táxon *T. rubrivenium* apresentou a razão máxima de 77,35 e, a concentração menor, *Sebastiania sp.* de 34,48. Já para a razão N:P, os resultados se invertem, o táxon *Sebastiania sp.* obteve o maior valor (15,97) e a *T. rubrivenium* a razão mínima (5,25) (Figura 2).

Fatos como esses também se repetem em outros momentos, como por exemplo, enquanto o táxon *C. vernalis* apresentou razão N:P de 11,05 e 552,45 de C:P, a *F. adhatodifolia* obteve 5,78 de N:P e a *A. glandulosa* 389,94 de C:P.

Estão representados abaixo (Tabela 6), os resultados médios das razões N:P, mostrando que o valor médio obtido (8,57) foi < 20 , apresentando valor mínimo de 2,55 e máximo de 16,86. O valor médio das razões C:N foi 95 e das razões C:P foi 461,14.

DISCUSSÃO

Em relação aos valores encontrados pelas razões C:P entre os táxons, as folhas da *V. bicuhyba* apresentaram valores mais altos, e *F. eximia* os menores valores. Para as razões C:N e N:P, vimos que os detritos foliares de alguns táxons apresentaram razões diferente. Por exemplo, *T. rubrivenium* apresentou razões elevadas de C:N e valores reduzidos de N:P, por outro lado, os detritos foliares de *Sebastiania sp.* tiveram maiores concentrações

Tabela 6. Valores médios, mínimos e máximos das razões C:N, C:P e N:P dos detritos foliares dos dez principais táxons presentes no Riacho Cachoeira Grande, no período de agosto de 2011 a julho de 2013.

Table 6. Mean values, minimum and maximum of C:N, C:P and N:P ratios of leaf litter for the ten most important taxa of Cachoeira Grande stream, in the period of August 2011 to July 2013.

Razões	Max	Min	Média/DP
C:N	211	37	95 ± 51
C:P	635,14	295,39	461,14 ± 92,98
N:P	16,86	2,55	8,57 ± 4,81

das razões N:P e menores razões C:N. Essas razões, quando se encontram em quantidades desproporcionais, podem interferir na estrutura das comunidades (Conde Porcuna *et al.* 2002), mas a dinâmica encontrada entre os táxons mostrou que, neste estudo, houve o aporte constante de matéria orgânica alóctone para o riacho.

Além disso, alguns estudos sugerem que a variação nutricional afeta os processos ecológicos (Bolnick *et al.* 2011), mas, entre os dez táxons estudados, os que apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) para as concentrações de C foram somente os detritos foliares de: *Dalechampia sp.*, *C. vernalis* e *Sebastiania sp.*; para o aporte de N, os táxons *V. bicuhyba*, *C. vernalis*, *F. eximia* e *Sebastiania sp.*; e nas concentrações de P, apenas os táxons *S. bonplandii* e *A. glandulosa*. Em relação à concentração de P, tal variação pode ocorrer devido às características morfológicas das folhas, que podem impedir, ou não, que este nutriente seja lixiviado mais rápido durante os períodos de precipitação (Adair *et al.* 2004). Resultados contrários foram observados por Hättenschwiler (2008), em que o P apresentou variação entre as datas das amostragens, independente da identidade dos táxons.

Nossos resultados em clima subtropical corroboram com os encontrados em clima temperado, onde a variação maior de nutrientes ocorreu entre a comunidade, não entre os indivíduos da mesma espécie (Ricklefs & Mateus 1982). Nos climas tropicais a variação de nutrientes entre as espécies é mais comum, já que a diversidade de espécies vegetais é maior (Hättenschwiler *et al.* 2008). Alguns autores afirmam que as características dos táxons podem

ocasionar variações nutricionais (Broadley *et al.* 2004, Kerckhoff *et al.* 2006, Han *et al.* 2011). Algumas espécies podem acumular elementos mais do que outras (White *et al.* 2007). Um nutriente pode apresentar grandes variações nas folhas, mesmo em um ecossistema de pequena escala espacial (Hättenschwiler 2008). As variações nutricionais encontradas nesse estudo foram em alguns táxons, como em estudos anteriores (McGroddy *et al.* 2004, Kattge *et al.* 2011), e em nenhum momento houve carência de nutrientes nos detritos foliares autóctones dos principais táxons.

Em nossos resultados, a precipitação e as variações de temperatura não influenciaram nas concentrações de nutrientes dos detritos foliares, entretanto, estudos anteriores demonstraram esse tipo de correlação nutricional com os índices de precipitação. Nos ecossistemas tropicais, alguns estudos demonstraram que os detritos foliares apresentaram menores concentrações de P durante as estações chuvosas e maiores teores de N durante as estações secas (Vital *et al.* 2004; Scalley *et al.* 2012). Estudos têm destacado o efeito da hidrologia na concentração de nutrientes vegetais (Naiman & Decamps 1997, Jacobs *et al.* (2007). Ao contrário do observado nestes estudos, nossos resultados demonstraram uma tendência oposta. Neste estudo, a precipitação não influenciou as concentrações de C, N e P ao longo dos dois anos de estudo.

A temperatura também é um fator importante que pode influenciar nos teores de N e P observados nos detritos foliares. Altos teores de N e P foram observados nos detritos foliares à medida que os valores de temperatura caem (Körner 1989, Reich & Oleksyn 2004). Entretanto, é preciso cuidado para fazer esta afirmação, conforme destaca Sardans *et al.* (2008). A ausência de correlação entre as concentrações de nutrientes presentes nos detritos foliares autóctones e os valores de temperatura e precipitação pode estar relacionada às respostas dos organismos ao meio em que estão inseridos, sendo necessário considerar hipóteses mais amplas em estudos futuros.

Nas regiões tropicais é esperado que o P se apresente em concentrações menores, sendo o nutriente limitante, ao contrário do que é encontrado em climas temperados, onde o limitante é o N (McGroddy *et al.* 2004, Reich & Oleksyn 2004), concordando com os resultados obtidos em análises de água na Lagoa do Peri,

onde o nutriente limitado é o P, apesar das baixas concentrações de N observadas (Hennemann & Petrucio 2010, Tonetta *et al.* 2013).

Sabemos que a composição global é determinada pela diversidade de táxons e pelos processos ecofisiológicos em todo solo. Apesar da variação de táxons presentes em ambientes subtropicais, sugere-se que a evolução possa ter criado uma limitação bioquímica limitando a variação (He *et al.* 2006). Sugerimos que, em estudos futuros, analise-se a qualidade nutricional do solo, a presença de fungos micorrízicos e de bactérias diazotróficas, por exemplo. Dependendo dessas características, a comunidade terá sua capacidade de absorver os nutrientes presentes no solo (Broadley *et al.* 2001, Ordoñez *et al.* 2009).

Alguns táxons apresentaram maior importância ecológica do que outros em determinados períodos devido a suas concentrações nutricionais. Entretanto, enquanto alguns táxons possibilitam menores entradas de nutrientes, outros suprem essa necessidade, e ao longo do tempo há a troca dessa predominância específica, garantindo o abastecimento constante de nutrientes no riacho. Assim, a hipótese 1 foi confirmada. Os fatores ambientais não proporcionaram maiores concentrações de nutrientes nos detritos foliares ao longo do tempo neste ambiente subtropical, sugerindo-se que tais concentrações sejam influenciadas por outros fatores. Dentro disso rejeita-se a hipótese 2. Os resultados mostraram que os valores de C e P apresentaram correlação significativa ao longo do tempo e o nutriente limitante nos detritos foliares autóctones em clima subtropical é o N, devido aos valores obtidos pelas razões N:P.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao LAPAD e ao Parque Municipal Lagoa do Peri (PMLP) mediante suporte durante as coletas. Aos parceiros do LIMNOS pelo trabalho ao longo dos anos, a CAPES devido ao apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação FAP.

REFERÊNCIAS

Adair E. C., Binkley D., & Andersen D. C. 2004. Patterns of nitrogen accumulation and cycling in riparian floodplain ecosystems along the

- Green and Yamp rivers. *Oecologia*, 139(1), 108–116. DOI: 10.1007/s00442-004-1486-6
- Ågren G. I. 2004. The C:N:P stoichiometry of autotrophs: theory and observations. *Ecology Letters*, (3), 185 – 191. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00567
- Ågren G. I. 2008. Stoichiometry and Nutrition of Plant Growth in Natural Communities. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 39(1), 153–170. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173515
- Ågren G. I., Weih M. 2012. Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytol*, 194(4), 944–952. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04114
- Boeger, M. R. T., Wisniewski, C. & Reissmann, C. B. 2005. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(1), 167–181. DOI: 10.1590/S0102-33062005000100017
- Bolnick, D. I., Amarasekare P., Araújo M. S., Bürger R., Levine J. M., Novak M., Rudolf V. H. W., Schreiber S. J., Urban M. C., and Vasseur D. 2011. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(4), 183–192. DOI: 10.1016/j.tree.2011.01.0099
- Bragazza L., Tahvanainen T., Kutnar L., Rydin H., Limpens J., Hajek M., Grosvernier P., Ha'jek T., Hajkova P., Hansen I., Iacumin P., Gerdol R. 2004. Nutritional constraints in ombrotrophic Sphagnum plants under increasing atmospheric nitrogen deposition in Europe. *New Phytologist*, 163(3), 609–616. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2004.01154
- Broadley M. R., Bowen H. C., Cotterill H. L., Hammond J. P., Meacham M. C., Mead A., White P. J. 2004. Phylogenetic variation in the shoot mineral concentration of angiosperms. *J Experimental Botany*, 55(396), 321–336. DOI: 10.1093/jxb/erh002
- Broadley MR, Willey NJ, Wilkins J, Baker AJM, Mead A, White PJ. 2001. Phylogenetic variation in heavy metal accumulation in angiosperms. *New Phytologist*, 152(1), 9–27. DOI: 10.1046/j.0028-646x.2001.00238
- Cernusak L. A., Winter K., Turner B. L. 2010. Leaf nitrogen to phosphorus ratios of tropical trees: experimental assessment to physiological and environmental controls. *New Phytologist*, 185(3), 770–779. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2009.03106
- Conde Porcuna J. M., Ramos Rodríguez E., Pérez Martínez C. 2002. Correlations between nutrient concentrations and zooplankton populations in a mesotrophic reservoir. *Freshwater Biology*, 47(8), 1463–1473. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2002.00882
- Connors, M. E. and R. J. Naiman. 1984. Particulate allochthonous inputs: relationships with stream size in an undisturbed watershed. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(10), 1473–1484. DOI: 10.1139/f84-181
- Cummins, K. W., J. R. Sedell, E. J. Swanson, E. W. Minshall, S. G. Fisher, C. E. Cushing, R.C. Peterson and R. L. Vannote, 1983. Organic matter budgets for stream ecosystems: problems in their evaluation. In: Barnes, J. R. and G. W. Minshall (eds.): *Stream ecology, Application and Testing of General Ecological Theory*. New York. Press, pp. 299–353. DOI: 10.1007/978-1-4613-3775-1_13
- Cummins, K. W., Wilzbach, M. A., Gates, D. M., Perry, J. B., and Taliaferro, W. B. 1989. Shredders and riparian vegetation. *BioScience*, 39(1), 24–30. DOI: 10.2307/1310804.
- Cunha, G. C., Grendene, L. A., Durlo, M. A. & Bressan, D. A. 1993. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. *Ciência Florestal*. 3(1), 35–64. DOI: 10.5902/19805098284
- Dijkstra, F.A., Pendall, E., Morgan, J.A., Blumenthal, D. M., Carrillo, Y., LeCain, D. R., Follett, R. F., and Williams, D. G. 2012. Climate change alters stoichiometry of phosphorus and nitrogen in a semiarid grassland. *New Phytologist*, 2012, 196(3), pp. 807–815. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04349
- Elser J. J., Sterner R. W., Gorokhova E., Fagan W. F., Markow T. A., Cotner J. B., Harrison J. E., Hobbie S. E., Odell G. M., and Weider L. J. 2000. Biological stoichiometry from genes to ecosystems. *Ecology Letters*, 3(6), 540–550. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2000.00185
- Elser, J. J., Marzolf, E. R. & Goldman, C. R. 1990. Phosphorus and nitrogen limitation of phytoplankton growth in the freshwaters of North America: a review and critique of

- experimental enrichments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(7), 1468–1477. DOI: 10.1139/f90-1655
- Fiori L., Cionek V. M., Sacramento P. A. & Benedito E. 2016. Dynamics of leaf fall from riparian vegetation and the accumulation in benthic stock in Neotropical Streams. *Revista Árvore*, 40(1) 89–96. DOI: 10.1590/0100-67622016000100010.
- Frost P. C., Evans-White M. A., Finkel Z. V., Jensen T. C., Matzek V. 2005. Are you what you eat? Physiological constraints on organismal stoichiometry in an elementally imbalanced world. *Oikos*, 109(1), 18–28. DOI: 10.1111/j.0030-1299.2005.14049
- Fyllas N. M., Patiño S., Baker T. R., Nardoto G. B., Martinelli L. A., Quesada C. A., Paiva R., Schwarz M., Horna V., Mercado L. M., Santos A., Arroyo L., Jiménez E. M., Luizão F. J., Neill D. A., Silva N., Prieto A., Rudas A., Silveira M., Vieira I. C. G., Lopez-Gonzalez G., Malhi Y., Phillips O. L., and Lloyd J. 2009. Basin-wide variations in foliar properties of Amazonian forest: phylogeny, soils and climate. *Biogeosciences*, 6(2), 2677–2708. DOI: 10.5194/bg-6-2677-2009
- Graça, M. A. S. & Zimmer, M. 2005. Leaf toughness. In: Graça, M.A.S., Barlocher, F & Gessner, M.O. *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide*. *Freshwater Biology*, pp. 75–84. DOI: 10.1007/1-4020-3466-0
- Güsewell S. 2004. N: P ratios in terrestrial plants: Variation and functional significance. *New Phytology*, 164(2), 243–266. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2004.01192
- Güsewell, S., Koerselman W., Verhoeven J. T. A. 2003a. Biomass N:P ratios as indicators of nutrient limitation for plant populations in wetlands. *Ecological Applications*, 13(2), 372–384. DOI: <http://doi.org/cwsjkr>
- Han, W., Fang, J., Guo, D. & Zhang, Y. 2005. Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across 753 terrestrial plant species in China. *New Phytologist*, 168(2), 377–385. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2005.01530
- Han, W. X., Fang, J. Y., Reich, P. B., Woodward, F. I. & Wang, Z. H. 2011. Biogeography and variability of eleven mineral elements in plant leaves across gradients of climate, soil and plant functional type in China. *Ecology Letters*, 14(8), 788–796. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2011.01641
- Hättenschwiler, S., B. Aeschlimann, M. M. Couteaux, J. Roy & D. Bonal. 2008. High variation in foliage and leaf litter chemistry among 45 tree species of a neotropical rainforest community. *New Phytologist*, 179(1), 165–75. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02438
- He JS., Fang J., Wang Z., Guo D., Flynn D. F. B., Geng Z. 2006. Stoichiometry and large-scale patterns of leaf carbon and nitrogen in the grassland biomes of China. *Oecologia*, 149(1), 115–122. DOI: 10.1007/s00442-006-0425-0
- Hennemann, M. C. and Petrucio, M. M. 2010. Seasonal phytoplankton response to increased temperature and phosphorus inputs in a freshwater coastal lagoon, Southern Brazil: a microcosm bioassay. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22(3), 295–305. DOI: 10.4322/actalb.02203006
- Jacomine, P. K. T. 2009. Solos sob matas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. (eds.) *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. 2nd.ed. São Paulo, Universidade de São Paulo, FAPESP, 2009. pp. 27–31.
- Jacobs, S. M., Naiman, R. J. 2007. Large African herbivores decrease herbaceous plant biomass while increasing plant species richness. *Journal of Arid Environments*, 72(6), 891–903 DOI: 10.1016/j.jaridenv.2007.11.0155
- Kattge J., Díaz S., Lavorel S., Prentice I. C., Leadley P., Bönsch G., Garnier E., Westoby M., Reich P. B., Wright I. J., Cornelissen J. H. C., Violle C., Harrison S. P., van Bodegom P. M., Reichstein M., Enquist B. J., Soudzilovskaia N. A., Ackerly D. D., Anand M., Atkin O., Bahn M., Baker T. R., Baldocchi D., Bekker R., Blanco C. C., Blonder B., Bond W. J., Bradstock R., Bunker D. E., Casanoves F., Cavender-Bares J., Chambers J.Q., Chapin III F. S., Chave J., Coomes D., Cornwell W. K., Craine J. M., Dobrin B. H., Duarte L., Durka W., Elser J., Esser G., Estiarte M., Fagan W. E, Fang J., Fernández-Méndez E, Fidelis A., Finegan B., Flores O., Ford H., Frank D., Freschet G.T., Fyllas N. M., Gallagher R. V., Green W. A., Gutierrez A. G., Hickler T., Higgins S. I., Hodgson J. G., Jalili A., Jansen S., Joly C. A., Kerkhoff A. J., Kirkup D., Kitajima K., Kleyer M., Klotz S., Knops J. M. H., Kramer K., Kühn I., Kurokawa H., Laughlin D., Lee T. D., Leishman M., Lens F, Lenz T., Lewis S. L., Lloyd J., Llusià J., Louault E, Ma S., Mahecha M. D., Manning P., Massad T., Medlyn BB. E., Messier J., Moles

- A. T., Müller S. C., Nadrowski K., Naeem S., Niinemets U., Nöllert S., Nüske A., Ogaya R., Oleksyn J., Onipchenko V. G., Onoda Y., Ordoñez J., Overbeck G., Ozinga W. A., Patiño S., Paula S., Pausas J. G., Peñuelas J., Phillips O. L., Pillar V., Poorter H., Poorter L., Poschlod P., Prinzing A., Proulx R., Rammig A., Reinsch S., Reu B., Sack L., Salgado-Negret B., Sardans J., Shiodera S., Shipley B., Siefert A., Sosinski E., Soussana J-F, Swaine E., Swenson N., Thompson K., Thornton P., Waldram M., Weiher E., White M., White S., Wright S. J., Yguel B., Zaehle S., Zanne A. E., and Wirth C. 2011. TRY—a global database of plant traits. *Global Change Biology*, 17(9), 2905–2935. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02451
- Kerkhoff, A. J., Enquist, B. J. 2006. Ecosystem allometry: the scaling of nutrient stocks and primary productivity across plant communities. *Ecology Letters*, 9(4), 419–427. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2006.00888
- Kerkhoff, A. J., Fagan, W. F., Elser, J. J. & Enquist, B. J. 2006. Phylogenetic and growth form variation in the scaling of nitrogen and phosphorus in the seed plants. *The American Naturalist*, 168(4), 103–122. DOI: 10.1086/507879
- Klein, R. M. 1980. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia*, 32(32), 165–389. ISSN: 0375-1651
- Koerselman, W., Meuleman A. F. M. 1996. The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. *Journal of Applied Ecology*, 33(6), 1441–1450. DOI:10.2307/2404783
- Kominoski, J. S. and Rosemond, D. 2012. Conservation from the bottom up: forecasting effects of global change on dynamics of organic matter and management needs for river networks. *Freshwater Science*, 31(1), 51–68. DOI: 10.1899/10-160.1
- Körner, C. 1989. The nutritional status of plants from high altitudes: a worldwide comparison. *Oecologia*, 81(3), 379–391. DOI: 10.1007/BF00377088
- Lima, W. P. and Zakia, M. J. B. 2000. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/ Fapesp, 2000, pp. 33-44.
- Lisboa, K. L. 2014. Dinâmica da vegetação ripária em riachos de Mata Atlântica subtropical: composição da matéria orgânica alóctone e interação com invertebrados aquáticos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. p. 89.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. London: The Annals of Botany Company, 78(4), 527–528. DOI: 10.1006/anbo.1996.0155.
- McGroddy, M. E., Daufresne, T., Hedin, L. O. 2004. Scaling of C : N : P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial redfield-type ratios. *Ecology*, 85(9), 2390–2401. DOI: 10.1890/03-0351
- Méndez, M. and Karlsson, P. S. 2005. Nutrient stoichiometry in *Pinguicula vulgaris*: nutrient availability, plant size, and reproductive status. *Ecology*, 86(4), 982–991. DOI: 10.1890/04-0354
- Murphy, J. & Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, (27) 31–36. DOI: 10.1016/S0003-2670(00)88444-5
- Naiman, R. J. and Décamps, H. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review Ecological System*, v.28(1), 621–658. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621
- Nascimento, R. 2002. Atlas ambiental de Florianópolis. Florianópolis, SC: Instituto Larus, p. 81.
- Niklas, K. J., Owens T., Reich P. B., Cobb E. D. 2005. Nitrogen/phosphorus leaf stoichiometry and the scaling of plant growth. *Ecology Letters*, 8(6), 636–642. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00759
- Oliveira, E. C. L. & Felfili, J. M. 2005. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 19(4), 801–811. DOI: 10.1590/S0102-33062005000400016
- Ordoñez, J. C., van Bodegom, P. M., Witte, J. P. M., Wright, I. J., Reich, P. B. & Aerts, R. 2009. A global study of relationships between leaf traits, climate and soil measures of nutrient fertility. *Global Ecology and Biogeography*, 18(2), 137–149. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2008.00441
- Peel, M. C., B. L. Finlayson, and T. A. McMahon. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644. DOI: 10.5194/hess-11-1633-2007
- Reich, P. B., Falster, D. S., Ellsworth, D. S., Wright, I. J., Westoby, M., et al. 2009. Controls on declining carbon balance with leaf age among 10 woody species in Australian woodland: do leaves have

- zero daily net carbon balances when they die? *New Phytology*, 183(1),153–166. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2009.02824
- Reich, P. B., Oleksyn J. 2004. Global patterns of plant leaf N and P in relation to temperature and latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(30), 11001–11006. DOI: 10.1073/pnas.0403588101
- Ricklefs, R. E., Matthew, K. K. 1982. Chemical characteristics of the foliage of some deciduous trees in southeastern Ontario. *Canadian Journal of Botany*, 60(10), 2037–2045. DOI: 10.1139/b82-251
- Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. de F. 2004. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. 2. ed. 1ª: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. p. 320. ISBN-13: 978-8531405679
- Sardans J., Penuelas J. 2007. Drought changes phosphorus and potassium accumulation patterns in an evergreen Mediterranean forest. *Functional Ecology*, 21(2),191–201. DOI: 10.1111/j.1365-2435.2007.01247
- Sardans, J., Penuelas, J., Estiarte, M., Prieto, P. 2008. Warming and drought alter C and N concentration, allocation and accumulation in a Mediterranean shrubland. *Global Change Biology*, 14(10), 2304–2316. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01656
- Sardans, J., Rivas-Ubach, A., Peñuelas, J. 2011. The elemental stoichiometry of aquatic and terrestrial ecosystems and its relationships with organism life style and ecosystem structure and function: A review and perspectives. *Biogeochemistry*, 111(1-3), 1–39. DOI:10.1007/s10533-011-9640-9
- Scalley, T. H., Scatena, F. N., Moya, S. & Lugo, A.E. 2012. Long-term dynamics of organic matter and elements exported as coarse particulates from two Caribbean montane watersheds. *Journal of Tropical Ecology*, 28(2), 127–139. DOI: 10.1017/S0266467411000733
- Schlesinger, W. H. 1997. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. *Geological Magazine*, 135(6), 819–842. DOI: 10.1017/S0016756898231505
- Silva-Júnior, M. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., P. E. Nogueira, P. E., Rezende, A. V., Morais, R. O. & Nóbrega, M. G. G. 2001. Análise da flora arbórea de mata de galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. In: J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & J.C. Sousa-Silva, (eds.) *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 143–191.
- Sterner, R. W., Elser, J. J. 2002. *Ecological stoichiometry: the biology of elements from molecules to the biosphere*. Princeton:Princeton University Press. p. 584. ISBN-13: 978-0691074917
- Tank, J. L., Rosi-Marshall, E. J., Griffiths, na., Entekin, S. A. & Stephen, M. L. 2010. A review of allochthonous organic matter dynamics and metabolism in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 118–146. DOI: 10.1899/08-170.1
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Issani, C. A., Bohnen, H., Volkweiss, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. *Boletim Técnico*, 5. 2nd ed. Porto Alegre: UFRGS- Departamento de Solos, p. 174.
- Tonin et al. 2017. Plant litter dynamics in the forest stream interface: precipitation is a major control across tropical biomes. *Scientific Reports*, 7(1), 10799. DOI:10.1038/s41598-017-10576-8
- Thompson, K., Parkinson, J. A., Band, S. R. & Spencer, R. E. 1997. A comparative study of leaf nutrient concentration in a regional herbaceous flora. *New Phytologist*, 136(4), 679–689. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00787>
- Tibbets, T. M., and M. C. Molles. 2005. C:N:P stoichiometry of dominant riparian trees and arthropods along the middle Rio Grande. *Freshwater Biology*, 50(11), 1882–1894. 10.1111/j.1365-2427.2005.01465
- Tonetta, D., Petrucio, M. M. and Laudressilva, R. 2013. Temporal variation in phytoplankton community in a freshwater coastal lake of southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 25(1), 99–110. DOI: 10.1590/S2179-975X2013000100011
- Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R., Lima, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: FIBGE/ PROJETO RADAMBRASIL. p. 124. ISBN85-240-0384-7
- Vibrans, A. C. et al. 2013. Floresta Ombrófila Densa. In: *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina*. Santa Catarina: Edifurb. 4(3), p. 293. DOI: 10.4336/2010.pfb.64.291
- Vital, A. R. T., Guerrini, I. A., Franken, W. K. &

- Fonseca, R. C. B. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, 28(6), 793–800. DOI: 10.1590/S0100-67622004000600004
- Vitousek, P. M., Porder, S., Houlton, B. Z., Chadwick, O. A. 2010. Terrestrial phosphorus limitation: mechanisms, implications and nitrogen-phosphorus interactions. *Ecological Applications*, 20(1), 5–15. DOI: 10.1890/08-0127.1
- White, P. J., Bowen, H. C., Marshall, B. & Broadley, M. R. 2007. Extraordinarily high leaf selenium to sulfur ratios define ‘Se-accumulator’ plants. *Annals of Botany*, 100(1), 111–118. DOI: 10.1093/aob/mcm084
- Yuan, Z. Y., Chen, H. Y. H., Reich, P. B. 2011. Global-scale latitudinal patterns of plant fine-root nitrogen and phosphorus. *Nature Communications*, 2(1), 344. DOI: 10.1038/ncomms1346
- Zasoski, R. J. and Burau, R. G. 1977. A rapid nitric-perchloric acid digestion method for multi-element tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 8(5), 425–436. DOI: 10.1080/00103627709366735
- Zhang, S. B., Zhang, J. L., Slik, J., Cao, K. F. 2012. Leaf element concentrations of terrestrial plants across China are influenced by taxonomy and the environment. *Global Ecology and Biogeography*, 21(8), 809–818. Doi: 10.1111/j.1466-8238.2011.00729

Submitted: 6 December 2018

Accepted: 14 November 2019

Published on line: 13 December 2019

Associate Editor: Arthur Rondina