

Wully Barreto da Silva

Laboratório de Ecologia e Evolução, Universidade
do Vale do Taquari - Univates
wully_bio@hotmail.com

Eduardo Périco

Laboratório de Ecologia e Evolução, Universidade
do Vale do Taquari - Univates
perico@univates.br

Reinaldo Lucas Cajaiba

Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto
Federal de Ciências e Tecnologia do Maranhão –
IFMA
reinaldocajaiba@hotmail.com

COMPOSIÇÃO DE NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA EM DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS NO ESTADO DO PARÁ, NORTE DO BRASIL

RESUMO

A produção e a decomposição da serapilheira são processos-chave de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais. Assim, a análise de características quali-quantitativas da serapilheira é altamente importante para a compreensão da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais. Este estudo teve como objetivo verificar as concentrações de C, N, P e K presentes na serapilheira em florestas primárias e secundárias com diferentes anos de regeneração na Amazônia brasileira, assim como avaliar se existe diferença na composição química da serapilheira conforme o estágio sucessional e a sazonalidade. Os resultados demonstraram que os ambientes mais preservados como florestas primárias e florestas secundárias tardias, apresentaram maiores concentrações de todos os nutrientes avaliados. Verificou-se também que as maiores concentrações dos nutrientes ocorreram nos meses mais secos.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Sazonalidade. Sucessão secundária. Nutrientes do solo.

COMPOSITION OF NUTRIENTS IN THE LITTER IN DIFFERENT FOREST COVERAGES IN THE STATE OF PARA, NORTHERN BRAZIL

ABSTRACT

Litter production and litter decomposition are key processes of nutrients cycling in forest ecosystems. Thus, the analysis of qualitative-quantitative litter characteristics is highly important for the understanding of nutrient cycling in forest ecosystems. This study aimed to verify the concentrations of C, N, P and K present in the litter in primary and secondary forests with different years of regeneration in the Brazilian Amazon, as well as to evaluate if there is a difference in the chemical composition of the litter according to the successional stage and seasonality. The results showed that the most preserved environments, such as primary forests and late secondary forests, presented higher concentrations of all evaluated nutrients. It was also verified that the highest nutrient concentrations occurred in the driest months.

Keywords: Nutrient cycling. Seasonality. Secondary succession. Soil nutrients.

1. INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes é fundamental para a manutenção dos ecossistemas florestais, principalmente em solos pobres em fertilidade como os da Amazônia (FREIRE et al., 2010). Através do processo de ciclagem, os nutrientes são transferidos do meio biótico para o abiótico e vice-versa, mantendo o equilíbrio dinâmico do ecossistema (LUIZÃO et al., 2007; CHENG et al. 2010; CAPELLESSO et al., 2016). Essa ciclagem ocorre principalmente através da serapilheira, que é constituída das partes vegetais (folhas, galhos, fruto, flores, sementes) e compõe a maior parcela de material orgânico depositado no chão da floresta (SILVA et al., 2018). Dessa forma, a serapilheira atua como principal fonte de compostos orgânicos que sustentam a produtividade das plantas e contribui com a maioria dos processos biogeoquímicos (SELLE, 2007; BONANOMI et al., 2017).

A serapilheira pode limitar ou promover o desenvolvimento da flora através de uma variação de mecanismos (BONANOMI et al., 2017), como impedimento mecânico (WENDIN & TILMAN 1993), alterações nas condições microambientais da superfície do solo (transferência de calor para o solo, retenção de água) (FACELLI & PICKETT, 1991) e disponibilidade de nutrientes no ecossistema florestal (LIU et al., 2010; LÜ et al., 2013). Diante disto, estudar os efeitos da variação nos componentes químicos da

serapilheira em diferentes ecossistemas é fundamental para entender a influência da ação antrópica na ciclagem de nutrientes (SUN et al., 2018).

Levando em consideração as crescentes taxas de desmatamento na Amazônia, tem se notado cada vez mais a importância de estudos sobre a ciclagem de nutrientes, para maior conhecimento sobre a dinâmica de nutrientes em ecossistemas florestais, tanto nativos quanto em recuperação (SELLE, 2007). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo verificar os componentes químicos da serapilheira em florestas primárias e florestas secundárias com diferentes anos de regeneração na Amazônia, assim como avaliar se existe diferença na composição química da serapilheira conforme o estágio sucessional e a sazonalidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Uruará, sudoeste do estado do Pará, norte do Brasil ($-03^{\circ} 43'27''$ S; $-53^{\circ} 44'8''$ W). O uso e cobertura do solo é caracterizada por grandes áreas desmatadas, principalmente próximo da estrada principal (Rodovia Transamazônica) para as estradas de alimentação (travessões) (SILVA et al., 2018).

A produção pecuária extensiva, a exploração de madeira em grande escala (principalmente ilegal) e a produção de cacau são as principais estratégias agropastoris, e geralmente são complementadas por culturas anuais e horticultura (CAJAIBA et al., 2016). Em algumas partes da área de estudo, os solos arenosos predominam e a pastagem e a produção agrícola anual são favorecidas (CAJAIBA et al., 2017a). O clima é caracterizado como quente-úmido (classificação de Köppen), com temperatura média anual e precipitação de 26 ° C e 2000 mm respectivamente (PEEL et al., 2007).

Foram estudados habitats compostos por Floresta Primária (FP) e Floresta Secundária com 25, 15 e 5 anos de regeneração (denominadas de FS-25, FS -15 e FS-5, respectivamente). Em cada um dos habitats estudados foram selecionadas quatro áreas, totalizando dezesseis áreas de amostragem.

2.2. Coleta de serapilheira

Em cada área de amostragem, 10 coletores com tela de nylon de 2 mm medindo 1,0 x 1,0 x 0,15 m, foram instalados a 30 cm acima da superfície do solo para evitar perda da massa da serapilheira devido à atividade microbiana. Para evitar o efeito de borda, os coletores foram instalados a uma distância mínima de 100 metros da borda.

Para reduzir os custos das coletas e análises, foram coletadas serapilheira nas principais estações climáticas da região, conforme sugerido por Silva et al. (2018): estação chuvosa – EC (fevereiro a março); estação intermediária I – EI1,

final da estação chuvosa e início da estação seca (maio a junho); estação seca – ES (agosto a setembro); estação intermediária II – EI2, final da estação seca e início da estação chuvosa (dezembro a janeiro).

Ainda em campo, as serapilheiras coletadas em cada período foram homogeneizadas e separadas 100 gramas que foram levadas ao laboratório onde o material foi retirado dos sacos e limpos para remover o solo. Foram novamente homogeneizadas e recolhidas 10 g para análise. Posteriormente foram secos a 60° C por 48 horas.

2.3. Análises químicas

A determinação da concentração do carbono (C) foi realizada através da espectrofotometria de acordo com Kumies após oxidação úmida em meio ácido. O teor de nitrogênio (N) foi determinado com um analisador elementar Thermo-Finnigan NC EA 1112 (Strada Rivoltana, Milão, Itália). O fósforo (P) foi determinado colorimetricamente a 430 nm (Ultrospec 1000, Biochrom, Inglaterra) após digestão com ácido nítrico (HNO₃, 65%) e ácido perclórico (HClO₄, 70%) em uma proporção de 1:5. Por fim o potássio (K) foi analisado por fotometria com emissão de chama.

2.4. Análise estatística

Inicialmente foi aplicado uma ANOVA two-way para verificar possíveis interações nos teores de nutrientes entre habitats e estações do ano. Como não ocorreu interação ($F = 25.01$, $P > 0.05$), foi utilizada ANOVA one-way, seguida de comparações pareadas (teste de Tukey), para tes-

tar possíveis diferenças: i) entre os diferentes habitats; e ii) entre as estações do ano. Antes da aplicação da ANOVA, a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises dos dados foram realizadas com o programa estatístico SPSS 25.0 (IBM, 2017).

3. RESULTADOS

A concentração de N na serapilheira apresentou valores mais elevados na floresta primária - FP e floresta secundária com 25 anos de regeneração – FS-25 e foi significativamente superior em relação aos demais locais estudados

($F = 21,12$, $P < 0,05$). A concentração de P seguiu o mesmo padrão com valores mais elevados em FP e FS-25 ($F = 15,54$, $P < 0,05$). Por outro lado, a concentração de C foi mais elevada em FP quando comparado a todas as florestas secundárias ($F = 33,01$, $P < 0,05$). K apresentou a menor concentração em SF-5 quando comparado aos demais locais estudados, sendo observado diferença significativa ($F = 19,29$, $P < 0,05$). De fato, SF-5 apresentou as menores concentrações de todos os macronutrientes avaliados em comparação aos demais locais estudados (Figura 1).

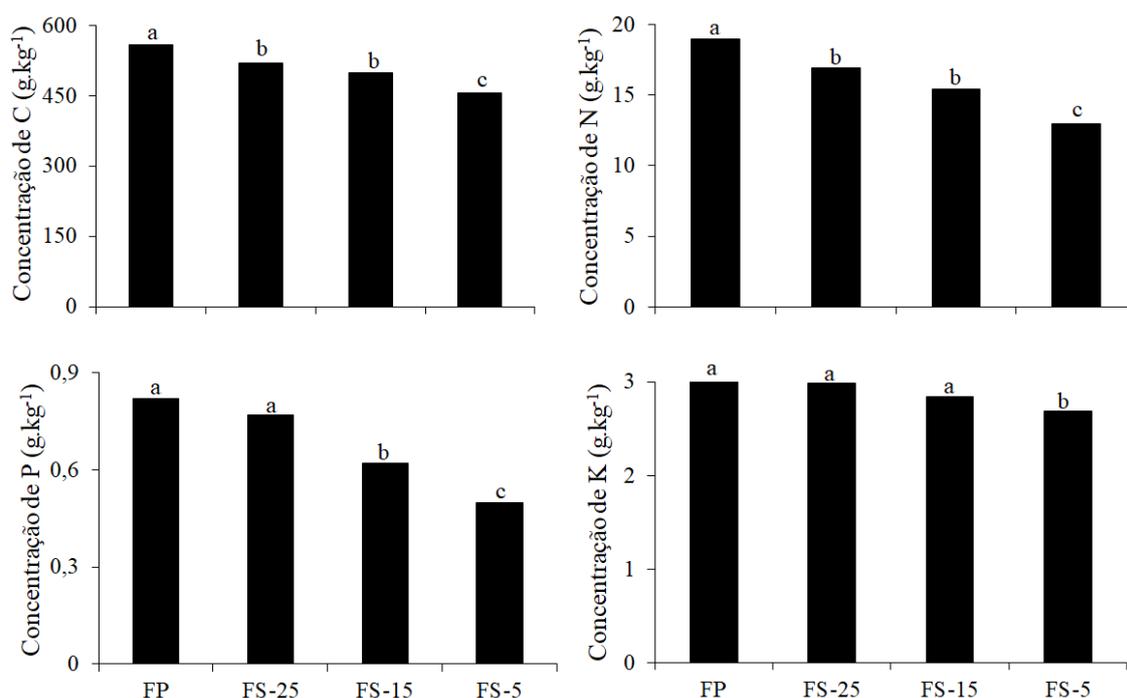


Figura 1 - Concentrações de C, N, P, K expressos em g.kg⁻¹ na serapilheira em diferentes ambientes florestais no estado do Pará, Brasil. Os valores seguidos pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey. FP, Floresta Primária; FS-25, Floresta Secundária (com 25 anos de regeneração); FS -15, Floresta Secundária (com 15 anos de regeneração); e FS -5, Floresta Secundária (com 5 anos de regeneração)

Fonte: Autores

Em relação à sazonalidade, as concentrações de N e P apresentaram os maiores valores durante o início da estação intermediária I (EI1, final da estação chuvosa e início da estação

seca – maio a junho) e na estação seca (ES, agosto a setembro) e foram significativamente diferentes dos demais períodos (Nitrogênio - N, $F = 54,09$, $P < 0,01$; Fósforo - P, $F = 26,07$, $P <$

0,01). Não houve qualquer variação sazonal significativa nos teores de K e C na serapilheira ($F = 7,98$, $P > 0,05$; $F = 12,70$, $P > 0,05$, respectivamente) (Figura 2). Esse padrão de

sazonalidade foi observado em todos os ambientes avaliados, com exceção da floresta secundária com 5 anos de regeneração que apresentou maior concentração de C na estação seca.

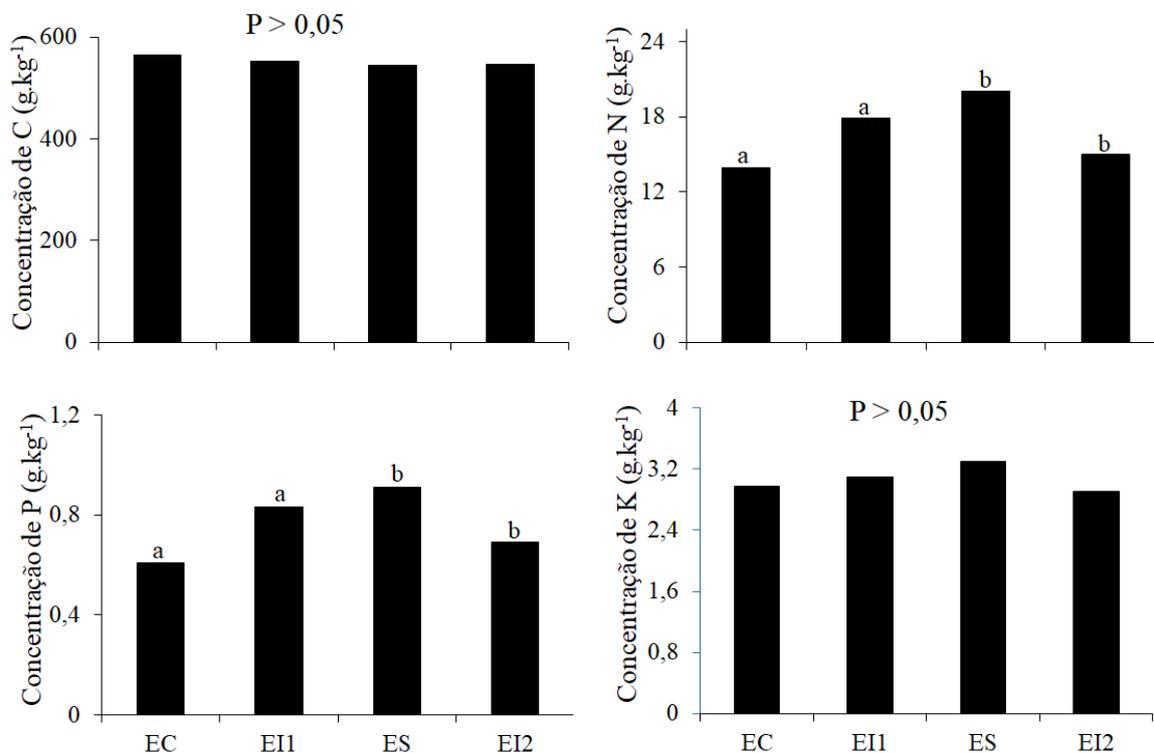


Figura 2. Concentrações de C, N, P, K expressos em g.kg⁻¹ na serapilheira em diferentes épocas do ano. Os valores seguidos pelas mesmas letras não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey. EC, Estação Chuvosa (fevereiro a março), EI1, Estação Intermediária I (final da estação chuvosa e início da estação seca, maio a junho); ES, Estação Seca (agosto a setembro) e EI2, Estação Intermediária II (final da estação seca e início da estação chuvosa, dezembro a janeiro).

Fonte: Autores

4. DISCUSSÃO

Perturbações que acarretam mudanças na composição de espécies são importantes fatores de impactos na dinâmica florestal alterando, conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes (CHEN & XU, 2010; TURNER, 2010). Assim, nossos resultados demonstraram que as florestas primárias apresentaram valores mais elevados nas concentrações dos nutrientes em relação às demais florestas secundárias, enquanto que florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração apresentaram as menores

concentrações de todos os nutrientes avaliados. Essas variações encontradas entre as áreas com diferentes graus de perturbação/ preservação podem estar relacionadas ao fato de as espécies vegetais diferirem entre si nas suas capacidades de absorção, acúmulo, exigência e eficiência no uso dos nutrientes, bem como ao histórico de desenvolvimento de cada área (HAN et al., 2011).

Silva et al. (2018) em um estudo sobre a produção e decomposição da serapilheira na mesma região deste estudo, verificaram que as florestas primárias produziram maiores percentuais de serapilheira, principalmente de

folhas, flores e frutos, quando comparadas com florestas secundárias, demonstrando assim, a importância da preservação das florestas primárias para os serviços ecossistêmicos. Dessa forma, é vital entender quais funções e serviços podem ser fornecidos pelas florestas secundárias e até que ponto o funcionamento do ecossistema é restaurado durante a recuperação e regeneração da floresta (LOHBECK et al., 2015; CAJAIBA et al., 2017b). Esta informação será fundamental para sustentar funções e serviços em futuras paisagens de florestas tropicais dominadas por habitats antropogênicos (LOHBECK et al., 2015; CAJAIBA et al., 2017c).

Em relação ao padrão de variação temporal na composição química de serapilheira, observamos um pico nas concentrações de N e P para os períodos mais secos, corroborando com os estudos de Lima et al. (2010) e Capellesso et al. (2016). Este fato poderá ser justificado pelo envelhecimento das folhas, provocado pela fotoinibição, fechamento dos estômatos e subsequente superaquecimento das folhas durante a estação seca (ALMEIDA et al., 2015). Segundo Larcher (2000), os elementos preferencialmente encontrados nas folhas, são N e P, enquanto que as flores e os frutos acumulam preferencialmente K. Dessa forma, as menores concentrações de K em florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração pode ser devido a esses locais apresentarem poucas espécies de plantas com flores, provavelmente porque ainda não atingiram a idade reprodutiva (LONDE et al., 2016). Por outro lado, a maior produção de partes reprodutivas nas florestas primárias e florestas secundárias antigas, geralmente ocorre durante o

período de maior precipitação (estação chuvosa) e pode surgir devido ao aumento do investimento das plantas na reprodução, porque as condições ambientais são menos limitadoras (SILVA et al., 2018), e isso poderá justificar os maiores teores de K no final da estação chuvosa e estação seca, muito embora não tenhamos observados diferenças significativas em relação aos outros períodos avaliados para este nutriente.

5. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que os ambientes mais preservados como florestas primárias e florestas secundárias tardias, apresentaram maiores concentrações de todos os nutrientes avaliados. Verificou-se também que as maiores concentrações dos nutrientes ocorreram nos meses mais secos, exceto para o K, indicando que as quantidades de nutrientes contidos nos resíduos vegetais seguem os padrões de produção da serapilheira ao longo do ano. Entretanto, estudos futuros são necessários para compreender a dinâmica da regeneração de florestas secundárias para o funcionamento dos serviços ecossistêmicos.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos à Universidade Federal do Pará pelo auxílio em alguns experimentos.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; RODRIGUES, D. J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazônica**, v.45, p.157–166, 2015.
- BONANOMI, G.; CESARANO, G.; GAGLIONE, S. A.; IPPOLITO, F.; SARKER, T.; RAO, M. A. Soil fertility promotes decomposition rate of nutrient poor, but not nutrient rich litter through nitrogen transfer. **Plant and Soil**, v.412, n.1–2, p.397–411, 2017.
- CAJAIBA, R. L.; CABRAL, J. A.; SANTOS, M. A minimal invasive method to forecast the effects of anthropogenic disturbance on tropical cave beetle communities. **Neotropical Entomology**, v.45, p.139-147, 2016.
- CAJAIBA, R. L.; PÉRICO, E.; CARON, E.; DALZUCHIO, M. S.; SILVA, W. B.; SANTOS, M. Are disturbance gradients in neotropical ecosystems detected using rove beetles? A case study in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.405, p.319-327, 2017b.
- CAJAIBA, R. L.; PERICO, E.; SILVA, W. B.; SANTOS, M. Seasonal patterns in the diversity of histerid beetles (Histeridae) are ecosystem specific? A case in Pará state, northern Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.15, p. 1227-1237, 2017a.
- CAJAIBA, R. L.; PERICO, E.; SILVA, W. B.; SANTOS, M. Can dung beetles (Scarabaeinae) indicate the status of Amazonia's ecosystems? Insights integrating anthropogenic disturbance with seasonal patterns. **Animal Biology**, v.67, p.301-318, 2017c.
- CAPELLESSO, E. S.; SCROVONSKI, K. L.; ZANIN, E. M.; HEPP, L. U.; BAYER, C.; SAUSEN, T. L. Effects of forest structure on litter production, soil chemical composition and litter-soil interactions. **Acta Botanica Brasilica**, v.30, p.329-335, 2016.
- CHEN, C.; XU, Z. Forest ecosystem responses to environmental changes: the key regulatory role of biogeochemical cycling. **Journal of Soils and Sediments**, v.10, p.210-214, 2010.
- CHENG, X.; LUO, Y.; SU, B.; ZHOU, X.; NIU, S.; SHERRY, R.; WENG, E. Experimental warming and clipping altered litter carbon and nitrogen dynamics in a tallgrass prairie. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.138, p.206-213, 2010.
- FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V.; FREITAS, E. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1650-1658, 2010.
- HAN, W. X.; FANG, J. Y.; REICH, P. B.; WOODWARD, F. I.; WANG, Z. H. Biogeography and variability of eleven mineral elements in plant leaves across gradients of climate, soil and plant functional type in China. **Ecological Letters**, v.14, p.788-796, 2011.
- IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.
- LIMA, S. S.; LEITE, L. F.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO, A. A. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v.34, p.75-84, 2010.
- LIU, P.; HUANG, J.; SUN, O.J.; HAN, X. Litter decomposition and nutrient release as affected by soil nitrogen availability and litter quality in a semiarid grassland ecosystem. **Oecologia**, v.162, p.771-780, 2010.
- LOHBECK, M.; POORTER, L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F. Biomass is the main driver of changes in ecosystem process rates during tropical forest succession. **Ecology**, v.96, p.1242-1252, 2015.
- LONDE, V.; SOUSA, H.; KOZOVITS, A. Litterfall as an indicator of productivity and recovery of ecological functions in a rehabilitated riparian forest at Das Velhas River, southeast Brazil. **Tropical of Ecology**, v.57, p.355-360, 2016.
- LÜ, X. T.; REED, S. S.; YU, Q.; HE, N.; WENWANG, Z.; HAN, X. Convergent responses of nitrogen and phosphorus resorption to nitrogen inputs in a semiarid grassland. **Global Change Biology**, v.19, p.2775-2784, 2013.
- LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; PROCTOR, J. Fine root growth and nutrient release in decomposing leaf litter in three contrasting vegetation types in central Amazonia. **Plant Ecology**, v.192, p.225-236, 2007.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen- Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633-1644, 2007.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v.23, n.4, p.29-39, 2007.

SILVA, W. B.; PÉRICO, P.; DALZUCHIO, M. S.; SANTOS, M.; CAJAIBA, R. L. Are litterfall and litter decomposition processes indicators of forest regeneration in the neotropics? Insights from a case study in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.429, p.189-197, 2018.

SUN, X.; SHEN, Y.; SCHUSTER, M. J.; SEARLE, E. B.; CHEN, J.; YANG, G.; ZHANG, Y. Initial responses of grass litter tissue chemistry and N:P stoichiometry to varied N and P input rates and ratios in Inner Mongolia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.252, p.114-125, 2018.

TURNER, M. G. Disturbance and landscape dynamics in a changing world. **Ecology**, v.91, p.2833-2849, 2010.

Wully Barreto da Silva

Mestranda em Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade do Vale do Taquari (Univates) e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará – UFPA.

Eduardo Périco

Doutor em Ecologia pela Universidade de São Paulo, graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Professor no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD) na Universidade do Vale do Taquari – Univates.

Reinaldo Lucas Cajaiba

Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade do Vale do Taquari (Univates), Graduado em Biologia e Química e Professor no Instituto Federal do Maranhão – IFMA.
