

Daniele Duarte Kulka

Título: Perturbações antrópicas e a produtividade da floresta seca da Caatinga

Bolsa Funbio: Conservando o Futuro - nível Doutorado, chamada 2018

Instituição/programa: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – PPGBV

Dados do aluno:

Nome: Daniele Duarte Kulka

Titulação: Mestre em Ciências Ambientais (2014)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9208504152286211>

Endereço profissional: Universidade Federal de Pernambuco, Av Prof. Moraes Rego, s/n; Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife-PE, Brasil.

Dados do orientador:

Nome: Marcelo Tabarelli

CPF: 619.814.270-15

Cargo: Professor Associado IV

Tipo de Vínculo com a IES: 40 horas com dedicação exclusiva

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3749494329725967>

Endereço Profissional: Universidade Federal de Pernambuco, Av Prof. Moraes Rego, s/n; Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife-PE, Brasil.

Introdução e justificativa

A produtividade primária dos sistemas ecológicos é representada pela taxa de energia que é convertida e conservada em matéria orgânica (ODUM, 2004). Esse processo é atribuído principalmente pelo fluxo de matéria que pode ser representado por duas medidas principais, sendo uma delas o aspecto chave dos ecossistemas, a produtividade primária líquida (PPL), que trata da taxa de matéria orgânica resultante após o débito respiratório autotrófico (AMTHOR, J. S.; BALDOCCHI, 2001; FIELD et al., 1998). Sendo essa abordagem bastante utilizada na mensuração da funcionalidade dos ecossistemas e da capacidade do mesmo prover serviços (SRIVASTAVA, D. S.; VELLEND, 2005).

Desta forma, a presença de um meio disponível para estimar a produtividade é fundamental para responder questões ecológicas em nível de ecossistema (ROSENZWEIG, 1968). A PPL é normalmente medida através da produtividade primária líquida acima do solo (ANPP, do inglês Aboveground Net Primary Production) (FIELD et al., 1998). A maneira mais frequente de avaliar-se a produtividade e compreender alguns aspectos da ciclagem de nutrientes empregando ANPP é aferindo a produção de serapilheira (CLARCK, 2002; SCHILLING et al., 2016). Isto pode ser verificado por meio da produção de serapilheira correlacionado ao aumento de biomassa baseado em alometria (CLARCK, 2002) ou através da produção anual de serapilheira (LEBAUER, D. S.; TRESEDER, 2008; STOCKER et al., 1995). Avaliações desse caráter são importantes inclusive para Florestas Tropicais Secas (FTS), onde a análise da produtividade é vista como uma das prioridades de pesquisa em ecologia (SÁNCHEZ-AZOFEIFA et al., 2005).

No Brasil, a Caatinga representa as FTS e, portanto, também vem sendo modificada drasticamente por atividades humanas desde o início da colonização europeia no século XVI (PENNINGTON; LAVIN; OLIVEIRA-FILHO, 2009). Além da perturbação antrópica aguda, que é caracterizada pela perda do habitat florestal, a Caatinga sofre alguns tipos de perturbações antrópicas crônicas como: os ciclos de agricultura de subsistência, o sobrepastoreio por animais domésticos (principalmente caprinos), a extração de lenha para fins domésticos e comerciais, a extração de madeira, principalmente para uso nas propriedades rurais e a coleta de plantas para fins alimentícios, medicinais e como fonte de matérias-primas (i.e. produtos florestais não madeireiros (RAMOS et al., 2008)). Essa área particularmente pouco conhecida (LEAL et al., 2005) representa uma oportunidade de estudar os mecanismos de processos ecossistêmicos operantes dentro de FTS, que incluem produção de serapilheira, ciclagem de nutrientes e PPL (ARNAN et al., 2018)(MENEZES et al., 2012).

O desmatamento, o uso intensivo de terras para a agricultura e a pecuária e a retirada de lenha para fins energéticos estão entre os fatores que originaram o processo de desertificação que é o processo de degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de diferentes fatores, dentre eles as variações climáticas e as atividades humanas, sendo que por “degradação da terra” se entende a degradação dos solos, da fauna e flora e dos recursos hídricos, com a conseqüente redução da qualidade de vida da população (ARAÚJO; SOUSA, 2011).

A retirada da cobertura vegetal florestal altera as propriedades químico-físicas e biológicas do solo (CENTURION; CARDOSO; NATALE, 2001), podendo torná-lo mais suscetível à perda de nutrientes por erosão, lixiviação e volatilização (VITOUSEK; MATSON, 1984). Após quaisquer distúrbios, sejam naturais ou antrópicos, a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas e a dinâmica de desenvolvimento da vegetação podem ser modificadas (CARVALHO et al., 2007). Diante disso, a recuperação de uma área degradada depende do histórico de perturbação e da evolução da comunidade durante o processo sucessional, o qual ocorre lentamente e é caracterizada por um aumento do número de espécies e da complexidade do ecossistema ao longo do tempo (RODRIGUES, 1995).

Os impactos das perturbações antrópicas crônicas alteram diversos serviços ecossistêmicos, dentre eles podemos citar a ciclagem de nutrientes. No entanto, estudos voltados ao entendimento dessas alterações e da sustentabilidade dos sistemas produtivos têm recebido pouca atenção no contexto das florestas secas (SINGH, 1998). Deste modo, é importante conhecer melhor a dinâmica do funcionamento das florestas tropicais secas no que diz respeito à ciclagem dos nutrientes, para conservação e manejo de áreas degradadas, possibilitando rápida recuperação e evitando, assim, a perda de espécies (MOURA, 2010).

Como grande parte da população no semiárido depende da agricultura de corte-e-queima e a sustentabilidade desta agricultura depende do processo de regeneração da floresta, torna-se de extrema relevância compreender os fatores que afetam a produtividade deste ecossistema. Embora essas respostas já tenham sido documentadas com maior ênfase nas florestas tropicais úmidas expostas à perda e a fragmentação de habitats, espera-se que as mesmas respostas estejam presentes na Caatinga, ainda que associadas a outros condicionantes. Abordar esse tipo de desafio implica no monitoramento da diversidade biológica a longo prazo, na investigação das relações entre populações humanas e recursos naturais, além do estabelecimento de redes de pesquisas.

A conservação da Caatinga também está intimamente associada ao combate à desertificação, processo de degradação ambiental que ocorre em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas. No Brasil, 95% das áreas suscetíveis à desertificação estão na Caatinga. Por isso, entender melhor a dinâmica de nutrientes e ampliar atividades sustentáveis é fundamental para conter a desertificação e proteger a Caatinga. Este estudo é parte integrante de uma grande iniciativa desenvolvida no PARNA Catimbau com o

objetivo de entender como as perturbações antrópicas afetam a biota da Caatinga; i.e., PELD-PRONEX Catimbau (www.peldcatimbau.org.br).

Objetivo geral

Estimar a produtividade da floresta seca da Caatinga através da produção de serapilheira e identificar os fatores condicionantes, como o uso do solo, perturbação crônica e precipitação.

Objetivos específicos

- Analisar a produção de serapilheira anual e mensal na Caatinga;
- Avaliar a variação intraanual na produção de serapilheira;
- Examinar a relação entre as variáveis precipitação, perturbação antrópica crônica; biomassa vegetal acima do solo sobre a produção de serapilheira e idade de regeneração;
- Testar a hipótese de que a produtividade será maior em áreas com maior precipitação, maior aporte de biomassa, com menor perturbação antrópica crônica e idade de regeneração avançada.

Metodologia

Área de estudo

O estudo será realizado no Parque Nacional (PARNA) do Catimbau (entre 8°4'00'' e 8°36'35'' S e entre 37°09'30'' e 37°14'40'' O). O PARNA Catimbau abrange uma área com cerca de 62.000 ha, estando inserido nos municípios de Buíque, Tupanatinga e Ibimirim, no estado de Pernambuco. O clima é predominantemente semiárido BSh com áreas distintas de clima tropical chuvoso As' segundo a escala de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). A temperatura oscila entre 21 °C e 25 °C e a pluviosidade anual varia entre 650 e 1100 mm, com grande irregularidade no regime interanual. A vegetação constitui-se de um mosaico de caatingas arbóreas e arbustivas.

É importante ressaltar que o PARNA Catimbau foi criado em 2002 e ao longo destes anos os moradores nunca foram indenizados e continuam vivendo dentro da área da UC. Existem pequenos centros urbanos, pequenos agricultores, grandes proprietários, comunidades mítico-religiosas, áreas de importância arqueológica, além de pequenos

empreendimentos turísticos privados. A presença histórica destes moradores deu origem a um enorme mosaico em termos de uso do solo e pressão antrópica sobre a biota (i.e. paisagens antrópicas), o que torna o Catimbau uma oportunidade excelente para examinar como agricultura, pecuária, extração de lenha e caça, entre outras perturbações crônicas, afetam a biota da Caatinga e o estabelecimento de ecossistemas emergentes ou novos.

O estudo será realizado na rede de parcelas permanente do PELD-Catimbau (Projeto de Extensão de Longa Duração), incluindo áreas com diferentes idades de regeneração (4-70 anos, 15 parcelas) e trechos de floresta sem histórico de agricultura recente (20 parcelas), totalizando 35 parcelas focais.

Delineamento amostral

Solo

Para obtenção dos dados de estoque de nutrientes no solo serão feitas coletas mensais com auxílio de sonda para amostragem de solos (aproximadamente 100 g) nas profundidades de 0-5 cm, 5-15 cm e 15-30 cm, em cada parcela próximo aos coletores de serapilheira, para poder identificar a influência da serapilheira no acúmulo de nutrientes no solo e fazer a análise dos nutrientes em diferentes horizontes. As amostras serão retiradas independentemente, permitindo-se comparar as concentrações de elementos químicos entre as três camadas do solo superficial.

Biomassa acima do solo

Os dados sobre biomassa da vegetação acima do solo já estão disponíveis no banco de dados do PELD-Catimbau, que foram quantificados baseados na densidade da madeira e no diâmetro ao nível do solo por meio de equações alométricas.

Serapilheira

Para determinação da produção de serapilheira serão feitas coletas mensais, usando 5 coletores os quais estarão dispostos 0,5 m acima do solo, seguindo o padrão do símbolo de somatório (Σ) para as suas disposições e ordem de coleta. O estabelecimento de uma distribuição padrão para todas as áreas confere um modelo aleatório de localização nas áreas, não favorecendo qualquer fator ambiental encontrado (EDWARDS, 1977). Cada coletor consiste de uma estrutura de PVC de forma quadrangular que possui quatro hastes verticais na base para servir de suporte. O coletor

possui uma área de 0,5 x 0,5 cm que sustenta uma malha de nylon de 1 m², que foi devidamente afundada dentro do quadrado para compor uma bolsa (WRIGHT et al., 2011). As amostras serão coletadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório. No laboratório serão triadas e separadas por frações: folhas, galhos (diâmetro de 2cm), material reprodutivo (flores, frutos e sementes) e miscelânea (todo material que não se enquadra nas demais frações), pesada e secas em estufa a 70°C e analisadas. Para análise dos macronutrientes S, P, K, Ca, Mg e dos micronutrientes Fe e Zn, será utilizado o método de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), que é uma técnica analítica potencial para quantificar diversos elementos químicos em material geológico sem tratamento químico. Para N será utilizado o método Kjeldahl (método TKN) que é essencialmente um procedimento de oxidação úmida e compreende duas etapas: digestão de amostras para converter N_{orgânico} a íon amônio (N-NH₄⁺) e determinação do N-NH₄⁺, obtido em meio ácido, após destilação da amônia com arraste de vapor. Para C será utilizado o método da mufla que consiste na determinação gravimétrica do CO₂ de uma amostra de resíduo submetida à alta temperatura por certo intervalo de tempo, levando-se em consideração a diferença de peso inicial e final de massa na determinação da matéria orgânica.

O conteúdo de nutrientes (macro e micro) em todos os compartimentos será determinado pelo Laboratório de Ecologia Ambiental do Centro Regional de Ciências Nucleares (Dr. Elvis França).

Decomposição da serapilheira

Para avaliar a velocidade de decomposição de serapilheira serão utilizadas amostras de folhas homogêneas e colocadas em "litterbags" (cinco por parcela) até alcançar o peso seco de 10 g de folhas em cada uma. Serão feitas nove leituras: 0, 90, 180, 270, 360, 450, 540, 630, 720 dias (dois anos). O material utilizado para confecção das "litterbags" será rede de nylon com malha de 2 mm cortado em retângulos de 20 x 25 cm, tendo as bordas costuradas e com fechamento final em zíper. Para estimativa da taxa de decomposição da serapilheira será utilizado o modelo simplificado:

$$\frac{dx}{dt} = -kx, \text{ que, por integração e deslogaritmização,}$$

$$\frac{dx}{-kx} = dt \dots \frac{1}{-k} \left(\frac{dx}{x} \right) = dt \dots \frac{1}{-k} \ln(x) = t + c \dots \ln(x) = -kt + c$$

resulta na função exponencial $x = b * e^{-kt}$, ajustada para cada fragmento.

Sendo, x o peso seco da serapilheira remanescente no tempo t ; e $-k$ a taxa de decomposição da serapilheira.

Para avaliar a influência da quantidade de biomassa, perturbação crônica (serão identificadas as principais fontes de perturbação crônica na região-alvo, e classificá-las em pressões de perturbação geral, para então usar fontes de informações disponíveis para derivar uma métrica para cada pressão de perturbação, tendo uma combinação dessas métricas individuais para formar a métrica integrada que caracteriza o nível geral de perturbação antrópica crônica. (ARNAN et al., 2018)) e tempo de regeneração sobre os estoques de nutrientes, produção e decomposição da serapilheira, serão feitas análises de covariância entre os nutrientes. As análises serão realizadas no ambiente de programação R (versão 2.2.0).

Atividades previstas

1. 12 viagens mensais a campo para coleta de serapilheira.
2. 1 viagem com duração de 10 dias para montagem do experimento de decomposição da serapilheira e coleta do solo em diferentes horizontes.
3. 10 viagens para leitura da velocidade de decomposição da serapilheira.
4. Secagem e pesagem das amostras de serapilheira.
5. Montagem das “litterbags” para o experimento de decomposição.
6. Análise química das amostras.
7. Análise estatística dos dados.
8. Apresentação dos resultados parciais em pelo menos dois congressos de alcance nacional/internacional.
9. Cursar ao menos três disciplinas em outros programas de pós-graduação.
10. Estabelecer parcerias internacionais com um estágio doutoral (Bolsa Sanduíche) de pelo menos seis meses.
11. Co orientar alunos de iniciação científica no programa institucionalizado (PIBIC).

Detalhamento da infraestrutura física e tecnológica a ser utilizada

O projeto é vinculado ao PRONEX-FACEPE-CNPq (APQ 0138-2.05/14) intitulado “*Perturbações antrópicas e a transformação do ecossistema Caatinga: implicações para a sustentabilidade do semiárido*” que possui uma base de apoio no PARNA Catimbau, oferecendo toda infraestrutura necessária para o estabelecimento das parcelas desejadas e amostragem da vegetação. As atividades de campo terão apoio de

Daniele Duarte Kulka

carro 4X4 e alojamento no PARNA-Catimbau adquiridos com recursos dos projetos PELD/PRONEX. Será utilizada a infraestrutura do Laboratório de Ecologia Vegetal Aplicada (LEVA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para serem feitas as secagens e pesagens das amostras. Também conta com a parceria com o Dr. Elvis França do Laboratório de Ecologia Ambiental do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN) para quantificação dos macro e micro nutrientes definidos no solo, na biomassa acima do solo e na serapilheira.

Linhas gerais do cronograma a ser cumprido

Atividades/semestres	2018		2019		2020		2021		2022
	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obtenção de créditos nas disciplinas	X	X	X		X				X
Coleta das amostras (produtividade e decomposição da serapilheira e do solo)		X	X	X	X	X			
Análises laboratoriais (concentrações dos nutrientes)		X	X	X	X				
Análise dos dados			X	X	X	X			
Doutorado-sanduíche						X			
Elaboração de manuscritos						X	X	X	X
Entrega e defesa da tese									X

Planilha de orçamento com estimativa dos gastos previstos

Bolsas Funbio - Conservando o Futuro
ANEXO I - Orçamento Detalhado

CHAMADA N ° 01/2018

Título do projeto	Perturbações antrópicas e a produtividade da floresta seca da Caatinga	
Nome do Proponente	Daniele Duarte Kulka	
Instituição de Ensino e Programa	Universidade Federal de Pernambuco/Pós Graduação em Biologia Vegetal	
Tipo de Bolsa (Mestrado ou Doutorado)	Doutorado	
Total requisitado (R\$)	R\$ 32,936	

Orçamento da Pesquisa

Categoria de despesa	Descrição dos itens	Material será cedido para Instituição (Sim ou Não)	Quantidade	Unidade (un; litro; metro; dia; km)	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Uso e consumo (descrever cada item)	Combustível	Não	2,250	litro	R\$ 3.60	8,100.00
	Tela fachadeira 1,2 m x 50 m	Não	2	rolo	R\$ 170.00	340.00
	Saco De Papel 11 x cm 15 cm pacote com 100 uni	Não	10	pct	R\$ 5.80	58.00
	Saco plástico Zip Lock 34 cm x 24 cm - N10 pacote com 100 uni	Não	10	pct	R\$ 52.26	522.60
	Tesoura de poda	Sim	3	unidade	R\$ 25.00	75.00
	Fita adesiva crepe	Não	5	uni	R\$ 3.65	18.25
	Pote 50ml pacote com 300 Unidades	Não	2	pct	R\$ 112.00	224.00
	Filme polipropileno 219-82019-05 para edX	Sim	1	unidade	R\$ 580.00	580.00
	Detergente extran neutro 5L	Sim	1	litro	R\$ 255.14	255.14

	Vidrarias diversas (cadinho, béquer, frascos)	Sim	40	unidade	R\$ 12.00	480.00
	Nitrogênio líquido	Sim	200	litro	R\$ 15.00	3,000.00
	Litterbags	Sim	350	unidade	R\$ 1.50	525.00
Serviço de Terceiros Pessoa Física	Manutenção de veículo 4x4	Não	1	unidade	R\$ 5,000.00	5,000.00
	Mateiro	Não	3	dia	R\$ 150.00	450.00
	Tradução	Não	1	unidade	R\$ 190.00	190.00
Viagens	Recife/Buíque	Não	2	unidade	R\$ 67.00	134.00
	Buíque/Recife	Não	2	unidade	R\$ 67.00	134.00
	Alimentação	Não	15	unidade	R\$ 150.00	2,250.00
Equipamentos	Notebook	Não	1	unidade	R\$ 3,500.00	3,500.00

	GPS	Sim	1	unidade	R\$ 1,500.0 0	1,500.00
	No break 2200VA	Sim	1	unidade	R\$ 1,500.0 0	1,500.00
	Armário de aço	Sim	1	unidade	R\$ 400.00	400.00
	Dessecador de vidro	Sim	2	unidade s	R\$ 600.00	1,200.00
	Materia bibliográfico (livros e assinatura em jornais)	Sim	5	unidade s	R\$ 200.00	1,000.00
Outros (específico para o projeto)	Manutenção de moinho de bolas	Sim	1	unidade	R\$ 1,500.0 0	1,500.00
TOTAL						32,935.9 9

Resultados esperados e impacto previsto do projeto

Do ponto de vista científico, espera-se a definição de modelos preditivos (i.e. preenchendo lacunas teóricas) descrevendo a produtividade da floresta seca da Caatinga através da produção de serapilheira, identificando os fatores condicionantes, como o uso do solo, perturbação antrópica crônica e precipitação. Estas informações terão valor aplicado no que se refere às formas de uso do solo, restauração da fertilidade do solo, sustentabilidade das atividades agropastoris, provisão de serviços ecossistêmicos e mapeamento de áreas suscetíveis à desertificação. Os resultados deste estudo darão origem a, pelo menos dois artigos científicos, publicados em periódicos com ampla audiência internacional. No que se refere à formação de recursos humanos, o desenvolvimento desta proposta deverá contribuir para que a discente desenvolva as habilidades necessárias à continuidade de sua formação como bióloga e ecóloga, por meio da coorientação de alunos de Iniciação Científica, participação em bancas de TCC,

dissertações e realização de estágio à docência. Além de um período destinado ao doutorado sanduíche na Universidade Nacional Autônoma do México (Dr. Vitor Arroyo-Rodrigues).

Referências Bibliográficas

AMTHOR, J. S.; BALDOCCHI, D. D. Terrestrial higher plant respiration and net primary production. **Terrestrial global productivity**, p. 33–59, 2001.

ARAÚJO, C. D. S. F.; SOUSA, A. N. DE. Estudo Do Processo De Desertificação Na Caatinga : Uma Proposta De Educação Ambiental. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 975–986, 2011.

ARNAN, X. et al. A framework for deriving measures of chronic anthropogenic disturbance: surrogate, direct, single and multi-metric indices in Brazilian Caatinga. **Conservation Biology**, v. no prelo, n. July, p. 274–282, 2018.

CARVALHO, J. R. DE et al. Recuperation of nitrogen cycling in Amazonian forests following agricultural abandonment. v. 447, n. June, 2007.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 254–258, 2001.

CLARCK, D. A. Are tropical forests an important carbon sink? Reanalysis of the long-term plot data. **Ecological Applications**, v. 12, p. 3–7, 2002.

EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea: II. The production and disappearance of litter. **The Journal of Ecology**, p. 971–992, 1977.

FIELD, CHRISTOPHER B., ET AL. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. **Science**, v. 281, p. 237–240, 1998.

LEAL, I. R. ET AL. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 139–146, 2005.

LEBAUER, D. S.; TRESEDER, K. K. Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. **Ecology**, v. 82, p. 371–379, 2008.

MENEZES, R. et al. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3 suppl, p. 643–653, 2012.

MOURA, P. M. **Ciclagem de biomassa e nutrientes em estádios sucessionais de Caatinga**. [s.l.: s.n.].

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 7^a ed. [s.l.: s.n.].

- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated World Map of the Koppen-Geiger Climate Classification Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, n. October 2007, 2007.
- PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, n. 1, p. 437–457, 2009.
- RAMOS, M. A. et al. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 6, p. 503–509, 2008.
- ROSENZWEIG, M. L. Net primary productivity of terrestrial communities: prediction from climatological data. **The American Naturalist**, v. 102, p. 67–74, 1968.
- SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A. ET AL. Research priorities for neotropical dry forests. **Biotropica**, v. 37, p. 477–485, 2005.
- SCHILLING, E. M. ET AL. Forest composition modifies litter dynamics and decomposition in regenerating tropical dry forest. **Oecologia**, v. 182, p. 287–297, 2016.
- SINGH, S. P. Chronic disturbance , a principal cause of environmental. **Current Science**, v. 25, n. 1, p. 1–2, 1998.
- SRIVASTAVA, D. S.; VELLEND, M. Biodiversity-ecosystem function research: is it relevant to conservation?. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst**, v. 36, p. 267–294, 2005.
- STOCKER, G. C. ET AL. Annual patterns of litterfall in a lowland and tableland rainforest in tropical Australia. **Biotropica**, p. 412–420, 1995.
- VITOUSEK, P. M.; MATSON, P. A. Mechanisms of nitrogen retention in forest ecosystems: a field experiment [Microbial uptake, southeastern United States]. **Science**, v. 225, n. 4657, p. 51–52, 1984.
- WRIGHT, S. J. ET AL. Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. **Ecology**, v. 92, p. 1616–1625, 2011.