

Pereira, A. J. (2001). *Interpretação de Imagens e Análise Meteorológica*. Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos. Apostila do VII Curso.

Albrecht R. I. (2002). *Evolução Temporal da relação Z-R em sistemas precipitantes Durante o Experimento Wet AMCI/LBA & TRMM/LBA*. IAG-USP. Relatório científico FAPESP.

6. Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Morales que produziu as animações utilizadas nas análises.

À Prof. Dra. Maria Assunção Faus da Silva Dias, coordenadora do projeto na pessoa de quem agradecemos à todos que direta ou indiretamente cooperaram com o desenvolvimento do experimento RaCCI.

Este projeto foi financiado pela FAPESP, processo nº 01/06908-7.

Resposta de uma floresta secundária à manipulação de nutrientes em Paragominas, Pará

Ima Célia Guimarães Vieira^a, Eric Davidson^b, Claudio J. Reis de Carvalho^c e Ricardo Figueiredo

^aMuseu Paraense Emílio Goeldi (ima@museu-goeldi.br), ^bThe Woods Hole Research Center

^cEMBRAPA Amazônia Oriental

1. Introdução

Uma grande parte da bacia amazônica desflorestada foi convertida ao uso agrícola, e muitas dessas áreas hoje estão sob forma de floresta secundária (capoeira) em processo de sucessão, acumulando estoques de nutrientes e de certa forma, recompondo parte da biodiversidade perdida com a transformação da floresta para uso agrícola. É comum no tipo de agricultura praticada por milhares de pequenos agricultores que os nutrientes retidos pela capoeira sejam liberados para o próximo ciclo de colheita pela limpeza e queima da vegetação secundária. Porém, em casos em que a floresta é convertida em pastagens, é comum os fazendeiros abandonarem as áreas tão logo as gramíneas introduzidas (*Braquiaria* sp.) percam produtividade e as invasoras tomem conta do pasto, sendo de difícil manejo. Na verdade, essas "pastagens degradadas" conhecidas localmente como "juquirá" estão em início do processo de sucessão e podem permanecer abandonadas ou "recuperadas" para novo uso agrícola, com intensificação no uso de insumos. O papel dos nutrientes no processo de sucessão ainda não está muito claro. O que se sabe é que fertilização com fósforo é frequentemente necessário para aumentar a produtividade da pastagem na Amazônia oriental e fertilização com N-P-K é comum em alguns tipos de agricultura nos trópicos.

Outros fatores que influenciam a sucessão nos trópicos são histórico de uso da terra (Uhl et al. 1988). Eles atribuíram a variabilidade de taxas de crescimento de capoeiras à intensidade do uso anterior da terra que afetou a fonte de semente e as propriedades físicas do solo. Em Ultissos da Região Bragantina no Pará, Gehring et al. (1999) encontraram respostas específicas de espécies a um tratamento com fertilização e aumento de biomassa com uso de N e P. Em capoeiras após agricultura migratória também na Região Bragantina, Johnson et al. (2001) não encontraram evidências de concentração de nutrientes no solo ou foliar em uma cronosequência de florestas.

Experimentos de manipulação de nutrientes servem como testes diretos do efeito da viabilidade de nutrientes nos processos sucessionais, e neste caso, especificamente, testamos experimentalmente e em longo prazo, o papel dos principais nutrientes na composição, diversidade, estrutura e crescimento de uma floresta secundária abandonada após já ter sido intensivamente usada com pastagem.

2. Material E Métodos

O estudo foi desenvolvido no município de Paragominas, a

leste de Belém, Pará, Brasil, na Fazenda Vitória (2° 59' S, 47° 31' W), onde desde 1960 há criação de gado de forma extensiva (Nepstad et al., 1991). A pluviosidade média anual é de 1800 mm com período seco ocorrendo entre Julho e Novembro, quando cai menos de 250 mm de chuva (Jipp et al. 1998). A paisagem é plana levemente ondulada, com florestas secundárias e remanescentes florestais primários geralmente afetados pela extração seletiva de madeira, que ocorre amplamente na região. Os solos dessa região são classificados como latossolos amarelos e contém 60-80% de argila e pH em água entre 5 e 6.

O experimento foi conduzido em uma floresta secundária originada de pastagem abandonada de 7,25 ha, plantada em 1971 com *Panicum maximum* e abandonada em 1984. Quatro parcelas de 20m x 20m, foram estabelecidas em cada um dos três blocos de repetição em novembro de 1999, final da estação seca. As quatro parcelas dentro de cada bloco receberam os seguintes tratamentos no início da estação chuvosa, em Janeiro de 2000 e novamente em Fevereiro de 2001: (1) controle sem fertilização [C]; (2) 100 kg N ha⁻¹ como uréia [N]; (3) 50 kg P ha⁻¹ como superfosfato simples [P]; (4) N + P nas mesmas medidas [N+P]. Em cada parcela, todos os indivíduos maiores ou iguais a 2 cm de diâmetro a altura do peito (dap) foram marcados, medidos em altura total e dap e identificados taxonomicamente, antes da aplicação dos tratamentos. As medidas de altura, dap de todos os indivíduos marcados e dos novos ingressos foram realizados no final da estação chuvosa (entre o final de maio e junho) dos anos de 2000, 2001 e 2002. A biomassa dos indivíduos foi estimada através de equação alométrica proposta por Uhl et al. (1988).

Os valores de abundância das espécies foram obtidos por meio da média das 03 repetições, sendo expressos na forma de abundância relativa.

No caso da fitomassa, abundância, altura e diâmetro foi empregada análise de variância de fator duplo (fatorial, Two-Way ANOVA), e realizado teste F com nível de significância de 5%. Os valores médios foram extraídos e ordenados segundo o teste de Duncan, no mesmo nível de significância da ANOVA.

Valores de ingresso e mortalidade total das espécies em cada um dos tratamentos foi obtido em todo ciclo e expresso em médias anuais. Análises de agrupamento (*cluster analysis*) foram conduzidas, utilizando as combinações tratamento e idade como unidade. Tanto a similaridade binária, expressa pelo coeficiente de Jaccard e similaridade quantitativa, expressa pelo coeficiente de Bray-Curtis (Brower & Zar 1996), foram realizadas.

3. Resultados e Discussão

Nos tratamentos avaliados foram assinaladas 49 espécies. Em áreas de pastagens abandonadas, é comum ocorrer uma mistura de espécies invasoras, que dominam os primeiros estágios de sucessão após uso intenso da terra. Estudos de Vieira et al. (1994) mostraram que na mesma pastagem avaliada nesse estudo, a presença de árvores estava associada ao arbusto *Cordia multispicata* (Boraginaceae), que tinha um papel facilitador do estabelecimento dessas espécies através da melhoria das condições microclimáticas e do solo e como local de deposição de sementes dispersas de outras áreas. Dessa forma, muitas das 49 espécies de árvores encontradas hoje nessa pastagem como *Rollinia exsucca*, *Banara guianensis*, *Casearia grandiflora*, *Solanum erinitum*, *Vismia guianensis*, *Cecropia palmata* e *Zanthoxillum rhoifolium* apareceram nesse estágio inicial de sucessão.

Em todos os tratamentos o número de espécies foi crescente com o decorrer dos anos. Avaliando-se a ocorrência de espécies em cada uma das parcelas, os valores médios globais oscilaram de 12,4-14,7 espécies, com número de indivíduos de 58,1-81,8 e biomassa de 1,54-2,08t.ha⁻¹. Em todos os tratamentos, foi observado incremento de número de espécies, de indivíduos e biomassa. No último ano de avaliação, o número de espécies de todos os tratamentos foi semelhante (16,3-16,7 espécies), com uma peque-

na redução em N+P (14,3 espécies). No caso de abundância e biomassa [P] apresentou maiores valores (101 indivíduos; 2,98 t.ha⁻¹), seguido de [N+P] (85,3 indivíduos; 2,98 t.ha⁻¹), já [N] e [CO] apresentaram valores inferiores em uma faixa semelhante (73,7-74,3 indivíduos; 2,10-2,20 t.ha⁻¹).

Define-se, deste modo que os tratamentos associados ao fósforo [P] e [N+P] apresentam redução no incremento do número de espécies, biomassa e, especialmente o [P] redução no ingresso de indivíduos.

A similaridade entre os tratamentos, baseada no índice de Jaccard, mínima foi de 45,2% (N:P) e máxima de @55% (CO:N:N+P). Já a similaridade quantitativa apresentou valor mínimo de 57,3% (CO:N+P) e máxima de @72% (N:N+P). Um total de 13 espécies foram comuns a todos os tratamentos, sendo estas: *Annona paludosa*, *Banara guianensis*, *Byrsonima crassifolia*, *Cecropia palmata*, *Erythroxylum macrophyllum*, *Lacistema pubescens*, *Myrcia patuae*, *Ocotea glomerata*, *Rollinia exsucca*, *Solanum crinitum*, *Vernonia cf. scabra*, *Vismia guianensis*, *Zanthoxylum rhoifolium*.

Em todos os tratamentos houve incremento do número de espécies e diversidade, com o decorrer do ciclo. Sendo que no ano 1, [CO] e [N] apresentaram diversidade equivalente, [N+P] a mais elevada e [P] a menos elevada. No segundo ano, [N+P] e [CO] apresentaram os valores mais elevados e equivalentes, seguidos de [N] e [P]. No terceiro ano de avaliação, [N+P] apresentou os valores mais elevados de diversidade, seguido de [N] e [CO] em uma faixa intermediária e tendo em [P] os valores mais baixos de diversidade.

A partir deste quadro, define-se que [P] apresenta uma maior dominância, de algumas espécies, no final do ciclo de avaliação, como *Rollinia exsucca* (54%), *Zanthoxylum rhoifolium* (10%) e *Metrodorea flavida* (@5%). Os outros tratamentos, apresentaram taxas de dominância menores, como indicada pelo índice de Berger-Parker, oscilando entre 30-46%. Assim, com uma distribuição mais equitativa de abundância entre as espécies, dada pelo menor favorecimento específico dos outros tratamentos, assinala-se que o nitrogênio apresenta-se menos restritivo, e que conjugado ao fósforo [N+P] combina as propriedades de ambos, criando um ambiente não restritivo aos grupos de espécies associadas a ambos. Entretanto, com relação a riqueza de espécies, todos os tratamentos apresentaram valores equivalentes (30-31 spp) a [CO] (32 spp), a exceção de [N+P] que apresentou valores inferiores (27 spp).

Avaliando-se a dinâmica das espécies, tem-se que a grande maioria das espécies de todos os tratamentos apresentam aumento de biomassa em todos os anos do ciclo (47-78%). Todos os tratamentos, apresentaram redução de biomassa no terceiro ano, a exceção de [N+P], sendo que [N] apresentou a maior taxa (27%), enquanto que os outros tratamentos situaram-se entre 10-13%.

A frequência de espécies em função das classes de incremento médio anual de altura e diâmetro das espécies, nos tratamentos avaliados foi similar, com cerca de 40% delas crescendo entre 0,1 a 0,4 m anuais.

No tratamento Controle as espécies *Sclerobolium paniculatum* e *Cecropia palmata* no [N] tiveram incrementos médios anuais acima 1,00 m.ano⁻¹, enquanto nos tratamentos [P] e [N+P] nenhuma espécie cresceu mais que 1 m de altura.

As taxas de recrutamento em nível de espécies alcançou 92% para [N+P], enquanto os outros tratamentos alcançaram 50 a 63%. Menor porcentagem do número de espécies (7,6%) também foi encontrado para [N+P]. Com relação ao número percentual de indivíduos, não houve diferença no recrutamento, mas menor mortalidade de indivíduos (4,6% e 7,1%) foi encontrado em [N] e [N+P], respectivamente.

As espécies *Rollinia exsucca* e *Zanthoxylum rhoifolium* apresentaram padrão diferenciado das outras espécies com relação a resposta aos tratamentos impostos. Após mais de 6 anos do estudo de Vieira et al (1994), constata-se com este trabalho, que *Cordia multispicata* não tem mais grande dominância na área, e que outras espécies como *Rollinia exsucca* e *Zanthoxylum rhoifolium* estão mais

abundantes e com boa taxa de crescimento tomando agora, papel importante no processo de sucessão. Ambas as espécies tem sementes muito pequenas e dispersas por pequenos pássaros frugívoros (< 50 g) que se movem de florestas secundárias ao redor para as pastagens abandonadas (Silva et al. 1996), o que aumenta a chance de se dispersar para as áreas alteradas. Em geral, as espécies arbóreas encontradas em várias outras pastagens da região (Vieira, não publicado) possuem sementes pequenas, são dispersas por pássaros ou morcegos e são resistentes ao fogo.

4. Conclusões

Os resultados desse trabalho indicam que a regeneração e da floresta secundária em solos pobres pode ser limitado pela viabilidade de nutrientes. Embora tenha havido diferenças entre os tratamentos, não há efeito da aplicação do fertilizante nas taxas de mudanças de diversidade de espécies. Provavelmente a quantidade de nutrientes adicionada não foi suficiente para modificar a trajetória da composição florística da capoeira, mas foi suficiente para modificar taxas de acúmulo de biomassa, crescimento e recrutamento de espécies e indivíduos.

5. Referências Bibliográficas

- Brower, J.E. & Zar, J.H. (1984). Field and Laboratory Methods for General Ecology. 2nd edition. Wm. C. Brown Publishers, Iowa.
- Gehring, C., M. Denich, M. Kanashiro, and P.L.G. Vlek. (1999). Response of secondary vegetation in Eastern Amazonia to relaxed nutrient availability constraints. *Biogeochemistry* 45:223-241.
- Jipp P, D.C. Nepstad, K. Cassle, and C.J.R. Carvalho. (1998). Deep soil moisture storage and transpiration in forests and pastures of seasonally-dry Amazonia. *Climatic Change* 39:395-412.
- Johnson, C.M., I.C.G. Vieira, D.J. Zarin, J. Frizano, and A.H. Johnson. (2001). Carbon and nutrient storage in primary and secondary forest in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 147:245-252.
- Nepstad, D.C., C. Uhl, and E.A.S. Serrão. (1991). Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. *Ambio* 20:248-255.
- Silva, J.M.C. da; C. Uhl and Murray, G. (1996). The ecology of fruit-eating birds in abandoned amazonian pastures: implications for forest succession. *Conservation Biology*, 10: 491-503.
- Uhl, C., Buschbacher, R. & Serrão, E.A. (1988). Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology* 76:663-681.
- Vieira, I.C.G.; Uhl, C. & Nepstad, D. (1994). The role of *Cordia multispicata* Cham. As a "successional facilitator" in an abandoned pasture, Paragominas, Amazonia. *Vegetatio*, 115: 91-99.
- (Agradecimentos: Esta pesquisa foi apoiada pelo Grant No. NCC5-332 - NASA's Terrestrial Ecology Program no âmbito do Projeto Large-scale Biosphere-Atmosphere (LBA) e pelo CNPq através do Projeto Milênio LBA.

Relações entre os grupos funcionais da macrofauna e o volume dos macro-poros do solo em sistemas agrossilviculturais da Amazônia Central

Iván L. Cortés-Tarrá¹; Flávio Luizão¹; Erick Fernandes²; Elisa Wandell³; Wenceslau Teixeira³; Wellington Moraes⁴ & Eleusa Barros⁵.

¹INPA, Depto. Ecologia CP 478 CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: cortari@inpa.gov.br; ²CORNELL UNIVERSITY; ³CPAA/ EMBRAPA-Manaus; ⁴INPA, Depto. Entomologia; ⁵INPA, Depto. Agronomia.

1. Introdução

As relações da macrofauna com as propriedades (Lavelle et al., 1992; Barros et al., 2001; Tapia-Coral, 1998) e os processos do