

TÓPICOS ATUAIS EM BOTÂNICA

Palestras Convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica
23 - 29 de julho de 2000, Brasília, DF

Organizadores Responsáveis

Taciana Barbosa Cavalcanti
Bruno Machado Teles Walter

Organizadores Assistentes

Glocimar Pereira da Silva
Alba Evangelista Ramos
José Felipe Ribeiro
Micheline Carvalho Silva
Rosa de Belem das Neves Alves
Terezinha Aparecida Borges Dias



Sociedade Botânica do Brasil
SBB



Recursos Genéticos e Biotecnologia
Cenargen

Brasília - julho 2000

DE QUE MODO O EL NIÑO INFLUÊNCIA A AMAZÔNIA? UM EXPERIMENTO DE EXCLUSÃO DE CHUVA

Gina Cardinot¹, Daniel C. Nepstad^{1,2}, Paulo Moutinho¹,
Moacyr Dias-Filho³, Eric Davidson², Noemi Viana³

Introdução

Períodos de seca de diferentes durações ocorrem durante a estação de crescimento em muitas comunidades terrestres. Onde algumas espécies vão experimentar uma significativa mortalidade induzida pela seca, outras são adaptadas à sobreviver e crescer durante estes períodos (Schulze *et al.* 1987).

Na Amazônia cerca de 2 milhões de Km² de floresta estão em áreas que sofrem secas sazonais (de 3 a 6 meses do ano). Estas florestas se mantêm sempre verdes com evapotranspiração ativa, pela extração de água estocada nas camadas profundas do solo, mesmo nos períodos de baixo índice de chuvas (Nepstad *et al.* 1994)

Os solos destas florestas, contudo, dependem de uma "recarga" de água durante a estação chuvosa para suportar as próximas estiagens. A redução de chuvas em grande parte da região Amazônica está associada ao fenômeno El Niño, que é responsável pela anomalia no padrão global de chuvas. Durante o El Niño de 1997/1998, a chuva acumulativa ficou muito abaixo da média registrada em anos de chuvas normais em cidades como Belterra, Belém e Marabá, cidades do estado do Pará (Nepstad *et al.* 1999). Em Belterra, o volume de chuva ficou 1000 mm abaixo da média para o período de nove meses, a partir de julho de 1997 (Nepstad 1999).

Nos períodos secos do ano há um aumento no estresse hídrico da copa, a transpiração diminui e as espécies de árvores e cipós, sensíveis a seca, perdem suas folhas aumentando a suscetibilidade da floresta ao fogo. Podendo ser visto, como um processo de estimulação do regime hídrico sobre o qual a água absorvida no solo, para suprir a evapotranspiração, exauri de tal quantidade que o estresse hídrico provocado pela seca severa induz a queda de folhas e o sub-bosque da floresta torna-se vulnerável ao fogo (Nepstad *et al.* 2000). Déficits hídrico que não são muito severos podem reduzir a taxa de expansão foliar mais que as taxas fotossintéticas, quando estes assimilados ficam disponíveis para o crescimento de raízes.

No evento El Niño de 1992, Nepstad *et al.* (1994,1995), realizaram um estudo na Floresta de Paragominas e verificaram que o esgotamento da água disponível para as plantas no solo da floresta provocou o desprendimento das folhas das árvores e ao longo da estação, a floresta foi rapidamente desenvolvendo um severo estresse hídrico, como indicado pela queda acentuada do potencial da água das folhas.

As grandes conversões de áreas de floresta em áreas de pastagem também contribuem para o aumento da seca na região. Salite *et al.* (1979) concluiu que a maioria da chuva na Amazônia é reciclada segundo o ciclo: precipitação-solo-atmosfera-precipitação. Deste modo a evapotranspiração tem um importante papel neste ciclo, sendo responsável por cerca de 60% da precipitação na região.

Moreira *et al.* (1997) indicam que vapor do ambiente da floresta é na maioria, mas não completamente, gerado pela transpiração das plantas. Esta alta proporção de vapor gerado pela evapotranspiração ocorre tanto em florestas úmida não sazonais como em florestas com secas sazonais.

¹ IPAM-Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - ² Woods Hole Research Center - ³ EMBRAPA-CPATU

Desde modo, além de eventos de El Niño o desmatamento pode levar a uma redução significativa das chuvas na região.

Florestas sempre-verdes sazonais que depende de uso da reserva das água do solo pode ser substituídas por florestas semi-decíduas mais tolerantes a seca, depois que a chuvas comessem a ser insuficientes para reabastecer as reservas de água no solo regularmente. Todavia, esta capacidade de “evitar” a seca pela extração de água de solos profundos é limitada. E quando a seca é particularmente mais intensa, como ocorre em anos de El Niño, estas florestas esgotam seu suprimento de água e iniciam a perdas de folhas tornando-se susceptíveis ao fogo.

Para avaliar quais as respostas das florestas da Amazônia frente a este cenário climático futurístico de seca e calor onde os efeitos da seca incluem: mudanças na fisiologia, biologia reprodutiva, mortalidade de árvores, biogeoquímica e na inflamabilidade da floresta, nós montamos um experimento de exclusão de chuva em um hectare de floresta amazônica. Especificamente, nós estamos prevendo que uma seca prolongada deve afetar a floresta, reduzindo (1) a sua capacidade fotossintética, (2) o seu potencial de água nas folhas (uma medida do estresse hídrico sofrido pelas plantas) e a (3) quantidade de nutrientes em tecidos vegetais. Ainda, nós esperamos que ocorra (4) um aumento na queda de folhas, (5) a diminuição do crescimento vegetal, (6) o aumento na mortalidade de árvores, (7) a redução na diversidade e abundância da fauna de solo e, conseqüentemente, (8) a redução das taxas de decomposição de liteira e, finalmente, (9) o um aumento da inflamabilidade florestal. Em resumo, prevemos que a seca fará com que haja mais folhas secas no chão, um maior número de árvores mortas, permitindo assim que o interior da floresta fique mais seco e, desta forma, mais inflamável.

Desenho experimental: exclusão da chuva

Para testar as hipóteses foi escolhida a área da floresta Nacional do Tapajós (Santarém/PA). Esta área foi escolhida por ser uma área que sofre secas anuais que são acentuadas em anos de El Niño, apresenta lençol freático profundo para que as plantas não sejam abastecidas por esta via e é uma área de importância para a manutenção do clima de áreas com a cidade de Manaus.

Para a escolha dos 2 hectares a serem estudados foi inicialmente feito um levantamento florístico em 20 hectares nas proximidades do 67 KM (BR-Santarém-Cuiabá). Os hectares foram escolhidos pela sua semelhança em composição e estrutura.

Em ambas as parcelas foram construídas trincheiras para evitar o movimento horizontal de água de fora para dentro das parcelas e que árvores de dentro das parcelas buscassem água em áreas ao redor. Ainda para avaliar os efeitos da seca sobre a fração subterrânea foram cavados 3 poços de 12 metros em cada parcela e para avaliação da fração aérea foram construídas torres de 30 metros e passarelas a 8m de altura, as quais facilitam a realização das medidas de copa.

Para a exclusão de água da chuva foi escolhido um dos hectares (Plote Seco) onde desde janeiro de 2000 foi iniciado a exclusão de chuvas através da colocação de cerca de 4700 painéis plásticos distribuídos sobre uma estrutura de calhas (escoamento da água). Com as primeiras chuvas, avaliamos que estavam sendo excluídas 75% da água da chuva.

Os parâmetros medidos e o teste das hipóteses

Para responder nossas hipóteses nós estamos medindo vários fatores relacionados ao funcionamento das florestas e suas respostas à exclusão de chuvas. Estes fatores também foram medidas durante o período de calibração (Tabela 1). (1) a sua capacidade fotossintética, (2) o seu potencial de água nas folhas e a (3) quantidade de nutrientes em tecidos vegetais. Ainda, nós esperamos que ocorra (4) um aumento na queda de folhas, (5) a diminuição do crescimento vegetal, (6) o aumento na mortalidade de árvores, (7) a redução na diversidade e abundância da fauna de solo e, conseqüentemente, (8) a redução das taxas de decomposição de liteira e, finalmente, (9) um aumento da inflamabilidade florestal; em um total de 33 parâmetros a serem avaliados (Tabela 2). Em resumo, prevemos que a seca fará com que haja mais folhas secas no chão, um maior número de árvores mortas, permitindo assim que o interior da floresta fique mais seco e, desta forma, mais inflamável.

Tabela 1. Comparação de alguns parâmetros de medidas na calibração das parcelas (1 ha) tratamento e controle na Floresta Nacional do Tapajós, escolhidas para o experimento de exclusão de chuvas.

Parâmetro	PLOTE SECO	PLOTE ÚMIDO
1. Biomassa vegetal acima do solo (>10 cm DAP), Mg/ha	380	410
2. Biomassa de raízes finas (>2 mm diam), Mg/ha	32.9±6.8	30.0±5.9
3. Biomassa de liteira, Mg/ha/y (99)	8.8± 0.6	6.7± 0.8
4. Índice de área foliar, estação úmida (99)	5.5±0.05	5.2±0.14
5. Índice de área foliar, estação seca (99)	4.56±0.04	4.75±0.05
6. Nº de espécies de árvores e cipós (> 10 cm DAP)	169	188
7. Nº de espécies em comum (>10cm DAP)	44	44
8. Valores médios de potencial hídrico foliar para a estação seca 98	-0.5± 0.24	0.51±0,21
9. Valores médios de potencial hídrico foliar para a estação e seca 99	-0.26±0.07	0.25±0.05

O que esperamos?

Com a exclusão da chuva em 1 hectare de floresta tropical úmida esperamos em uma primeiro momento tenhamos uma diminuição do potencial hídrico da planta levando a queda de folhas e crescimento de raízes e a uma redução nas taxas fotossintéticas, que ocorras modificações fenológicas, como a das espécies que por exemplo tem sua frutificação induzida pela seca. Que a seca modificará a dinâmicas de nutrientes, com uma diminuição de área foliar para a interceptação da chuva, isto levará a uma diminuição na concentração de nutrientes na água que chega ao chão da floresta. Que tenhamos um aumento na taxa de decomposição de organismos no solo e com isso um aumento nas concentrações s de CO₂ medidos no solo. E que como um dos efeitos da seca mais severa esperamos um aumento na taxa de mortalidade e da inflamabilidade da floresta.

Tabela 2. Resumo das medidas já iniciadas no experimento de exclusão de chuva, Flona do Tapajós (PA).

PARÂMETRO	MÉTODO	AMOSTRAGEM	INÍCIO
1. Fotossíntese, curva de resposta a luz, condutânciat.	LiCor LI-6400, Delta-T AP4	40-45 plantas/plote; 3-5 folhas/plant	Fev-99
2. Potencial hídrico foliar pre-dawn & midday	SoilMoisture Plant Water Console	35 indivíduos adultos/hectare 3 folhas/indiv.	Set-98
3. Fluxo de seiva do xilema	Granier heat flux	25 árvores e lianas/plote	Jun-99
4. LAI, Abertura do dossel	LiCor-2000, Spher Densiom	144 pontos/plote*	8/99, 1/99
5. Liteira fina (folhas, flores e frutos)	0.5 m ² traps	25 / plote	Out-98
6. Liteira grossal (> 1 cm diam)	Belt transects	1 x 100 m (n=3)	Out-98
7. Reprod. & fenologia foliar	Qualit. observation	ca 500 árvores & lianas/plote 50 spp, n=10, in 400 ha	Jun-99 desde 85
8. Fenologia Foliar	Marked branches	230 plantas/plote; 5 ramos/plant	Fev-99
9. Crescimento de raízes finas	Minirhizotrons	Six 2-m tubos/depth/plote, 3 profundidades	Dez-99
10. Biomassa de raízes finas	Deep Soil Augering,	24 poços/plote; 6 m	Ago-99
11. Biomassa de raízes grossas	Hand Sorting	3 poços & 800 trench /plots	Ago-99
12. Crescimento em diâmetro	Stain. Steel Dendrom.	500-540 árvores & lianas/plote	Mar-99
13. Mortalidade de árvores	Plote Census	5000-6000 árvores & lianas/plote	Dez-99
14. Volume de água no solo, Evapotranspiração	TDR, Tektronix 1502C; Soil water balance	6 sensores/profundidade (0-11 m) 144 sensores de superfície/plote*	Jul-99 Dez-99
15. Respiração de solo	LiCor 6252; dynamic cham.	18 poços/plote	Set-98
16. Fluxo de óxido nítrico	ScintrexLMA-3; dyn. cham.	18 poços/plote	Set-98
17. Fluxo de óxido nítrico	GC-ECD; static poços	18 poços/plote	Set-98
18. Fluxo de matano	GC-FID; static poços	18 poços/plote	Set-98
19. Perfil de gases no solo (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄)	LiCor and GCs stainless steel tubes	8 to 12m de profundidade de solo 3 pits/plote	Dez-99
20. Nutrientes no solo	Mellich III extracts	9 amostras à 10 cm soloplate	Set-98
21. Fauna de solo	Pitfall, Winkler, Burlese, Paper baits (termites)	20 amostra/plote/data	Mar-99
22. Movimento horizontal da água no solo	Deuterium pulse chase experiment	n=4 pulses; 2x2 m plots n=2 pulses; 10 x 10 m	Mar-99 Jan 01
23. Propriedades físicas do solo	Water		
24. Umidade de material combustível	10-hr fuel sticks Forest FI Moisture	144/plote* 144/plote*	Jul-99 Jul-00

*Estas medidas são realizadas dentro de um gride de 110 x 110 m com 10 x 10 m células em cada plote.

**Os coletores de "throughfall" são aleatoriamente trocados dentro do gride de coleta a cada cinco dos coletores são usados para nutrientes.

Referências Bibliográficas

- NEPSTAD, D. C., R. DE CARVALHO, C., DAVIDSON, E. A., JIPP, P. H. LEFEBVRE, P. A., NEGREIROS, G. H. D, DA SILVA, E., STONE, T. A., TRUMBORE, S. E., & VIEIRA, S. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian Forests and Pastures. *Nature*. 372: p 66-669.
- NEPSTAD, D. C.; JIPP, P., MOUTINHO, P., NEGREIROS, G. & VIEIRA, S. 1995. Forest recovery following pasture abandonment in Amazônia: Canopy seasonality, fire resistance and Ants'. In: Rapport, D. J.; Gaudet, C. L. & Calow, P. (eds.). *Evaluating and monitoring the health of large-scale ecosystems*, NATO ASI Series. Vol.I (28). Springer-Verlag. Berlin. p 333-349.
- NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A. G. & ALENCAR, A. A. 1999. A Floresta em chamas: Origens, Impactos e prevenção de fogo na Amazônia. 1ed. Brasília. Programa Piloto para a Proteção das florestas tropicais do Brasil. p.202.
- MOREIRA, M. Z., STERNBERG, L. S. L., MARTINELLI, L. A., VICTORIA, R.L., BARBOSA, E. M., BONATES, L. C. M. & NEPSTAD, D. C. 1997. Contribution of transpiration to Forest ambient vapour based on isotopic measurements. *Global Change Biology*. 3. p. 439 – 450.
- SCHULZE, E. D., ROBICHAUX, R. H., GRACE, J., RUNDEL, P. W. & EHLERINGER, J. R. 1987. Plant Water Balance. *BioScience*. Vol. 37. N° 1.
- SALATI, E. & RIBEIRO, M.N.G. 1979. Floresta e clima. *Acta Amazon*. 9. p 15–22.