



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



IONARA SANTOS SIQUEIRA

**Influência da exclusão da precipitação na
variação mensal da Biomassa Aérea no Projeto
ESECAFLOR – LBA, Caxiuanã - PA**

242

Belém – PA
Dezembro – 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE METEOROLOGIA

IONARA SANTOS SIQUEIRA

**Influência da exclusão da precipitação na
variação mensal da Biomassa Aérea no Projeto
ESECAFLOR – LBA, Caxiuanã – PA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Meteorologia da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Lola da Costa

Belém – PA

Dezembro – 2008

IONARA SANTOS SIQUEIRA

**Influência da exclusão da precipitação na
variação mensal da Biomassa Aérea no Projeto
ESECAFLOR – LBA, Caxiuanã – PA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Meteorologia da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Data de aprovação: 05/12/2008

Banca examinadora:

Prof. Antonio Carlos Lola da Costa – Orientador
Doutor em Engenharia Florestal
Universidade Federal do Pará

Prof. Dimitrie Nechet – Membro
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Maria do Carmo Felipe de Oliveira – Membro
Mestre em Agrometeorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Fernando Souza Souza
Diretor da Faculdade de Meteorologia
Mestre em Meteorologia

Dedico esta obra aos meus pais, Francisco e Maria
Cristina Siqueira e a minha irmã Mayara.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

(Chico Xavier)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me permitir chegar até aqui, sempre ultrapassando desafios, ao me guiar por caminhos que somente ele saberia que eu deveria passar. Nada é em vão.

Ofereço os agradecimentos aos meus queridos pais Francisco Paulo Siqueira e Maria Cristina Santos Siqueira, que compartilharam comigo em todos os momentos de minha trajetória dando-me forças e apoio mais do que necessário para as minhas conquistas, incluindo esta. A minha irmã Mayara Santos Siqueira pelo incentivo, sem ao qual tudo não seria possível.

Ao Jorge Tomé da Silva pelo carinho, compreensão, atenção e auxílio em todos os momentos que passei ao seu lado.

A Vera e família por todo o apoio e compreensão.

Ao professor Antonio Carlos Lola da Costa e toda a sua equipe pela orientação e auxílio prestado.

Ao João Athaydes pela atenção e apoio.

A todos os professores do curso de Meteorologia, em especial ao professor Dimitrie Nechet pelos conselhos, carinho e atenção. A professora Midori Makino pela força e dedicação a turma.

Ao professor Everaldo Barreiros e a toda equipe do RPCH, ao LabSin pela colaboração e paciência.

A todos os meus grandes amigos do Curso de Meteorologia do ano de 2005, Vânia Franco, Alexandra Tavares, Patrícia Malcher, Daniela Ananias, Luciana Souza, Andréia Campos, Júnior Souza, Rafael Cordeiro, Gleyciano Teixeira, Rômulo Oliveira, Thiago Sepeda, que no decorrer desses quatro anos todos estiveram sempre comigo. Não esquecendo também aqueles que por outras razões mudaram de curso, minha amiga Nelma e meu amigo Júnior (Neiva). E ainda aos colegas de outras turmas que permaneceram conosco no final do curso.

A todos o meu muito obrigada.

RESUMO

Esta pesquisa estudou a variabilidade da biomassa aérea em uma área de floresta tropical chuvosa na Amazônia, submetida artificialmente a uma deficiência de água, com a exclusão de 95%, aproximadamente, de água proveniente da chuva e uma área de controle (natural) em um hectare do Projeto ESECAFLO, localizado na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), no município de Melgaço, Pará, situando-se a lat. 01° 42' 30"S e long. 051° 31' 45"W. Utilizou-se dados de biomassa aérea do mês de junho de 2006 a junho de 2007, tanto para a parcela de controle (área natural) quanto para a parcela de exclusão. Os resultados indicaram que o incremento na biomassa na parcela A (controle) foi maior do que na parcela B (exclusão), tendo como justificativa principal a exclusão da água da chuva, proporcionando grande redução na disponibilidade de água no solo.

Palavra – chave: Biomassa, controle, exclusão, Caxiuanã.

ABSTRACT

This research studied the variability of aerial biomass in a rainy tropical forest area in the Amazônia, submitted artificially to water deficiency, with 95% of exclusion, approximately, of water proceeding from rain and an control area (natural) in one hectare of ESECAFLOR Project, located in the Ferreira Penna Scientific Station (ECFPn), in the city of Melgaço, Pará, located on 01°42'30"S and 51°31'W. Were utilized aerial biomass data from the month of June of 2006 till June of 2007, as much for the control parcel (natural area) as for the exclusion parcel. The results had indicated that the biomass in the parcel A (control) was higher than in parcel B (exclusion), having as main justification the exclusion of the rain water, providing great reduction in the water availability in the ground.

Key – Words: Biomass, control, exclusion, Caxiuanã.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 01 – Localização da Estação Científica Ferreira Penna. (ECFPn)	16
Fig. 02 – Visão superior dos painéis de exclusão	17
Fig. 03 – Cintas dendométricas e a medida com o paquímetro digital	18
Fig. 04 – Distribuição diamétrica das árvores do projeto ESECAFLOR	20
Fig. 05 – Distribuição de altura das árvores	21
Fig. 06 – Variação da umidade do solo na área do projeto ESECAFLOR	21
Fig. 07 – Variação mensal da biomassa total das árvores do projeto ESECAFLOR	22
Fig. 08 – Variação mensal de biomassa de todas as árvores do projeto ESECAFLOR	23
Fig. 09 – Variação do percentual do incremento de biomassa total do projeto ESECAFLOR.	24
Fig. 10 – Incremento total da biomassa aérea no sítio do projeto ESECAFLOR.	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm – centímetro

Co₂ – Gás carbônico

DAP – Diâmetro a altura do peito

EFCFPn – Estação Científica Ferreira Penna

EL NIÑO – Fenômeno de grande escala que provoca a seca em determinados locais

ENOS – EL NIÑO Oscilação Sul

ESECAFLOR – Estudo da seca na floresta

LBA – Experimento de grande escala na Biosfera – Atmosfera da Amazônia

Lat. – Latitude

Long. – Longitude

m – metro

mm – milímetro

P – Peso fresco

PA – Pará

Parcela A – Área de controle

Parcela B – Área de exclusão de chuva

S – Sul

W – Oeste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	ÁREA DE ESTUDO	16
3.2	PROJETO ESECAFLOR	17
3.3	DADOS	18
3.4	CÁLCULO DA BIOMASSA AÉREA	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Numa comunidade vegetal todas as plantas exploram os mesmos recursos (GRACE, 1995), como nutrientes vegetais e água do solo, luz e gás carbônico da atmosfera. No entanto o principal fator limitante de crescimento para uma planta é o espaço (SILVERTOWN; DOUST, 1993), considerado um recurso vital (YODZIS, 1978). Portanto mudanças no número de indivíduos ou na biomassa numa comunidade podem ser decorrentes da interferência de outros fatores (KERSHAW, 1973).

A estimativa de biomassa de florestas pode nos proporcionar informações sobre o estoque de macro e micro nutrientes retidos na vegetação, sendo de grande importância nas atividades de manejo florestal, no que se refere ao uso sustentável dos recursos naturais e também nas questões de clima, nas quais a biomassa é usada para estimar o estoque de carbono e a quantidade de CO₂ que é liberado à atmosfera devido à adoção de diferentes usos da terra (FEARNSIDE et al., 1993; HIGUCHI ; CARVALHO, 1994; BROWN et al., 1995; FEARNSIDE, 1996; SALOMÃO, 1996; HAIRIAH et al., 2001).

Parte da estrutura de uma floresta pode ser explicada através da avaliação de sua distribuição diamétrica, a qual é definida pela caracterização do número de árvores por unidade de área e por intervalo de classe de diâmetro (PIRES O'BRIEN ; O'BRIEN, 1995). Esse tipo de avaliação consiste, portanto, na medição do diâmetro dos troncos (DAUBENMIRE, 1968).

O presente estudo tem como objetivo estudar a influência da exclusão da precipitação no crescimento mensal de biomassa aérea no sítio experimental do Projeto ESECAFLOR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) é a principal fonte de variabilidade climática de curto prazo, com escalas estacionais e interanual. No Brasil, o ENOS está associado com chuvas intensas na região sul e seca na região nordeste e parte da região norte (SILVA, 2001).

Em um período de mais de dois anos mediu-se a precipitação interna e a interceptação da água da chuva em uma região de floresta de terra firme na Amazônia Central, sendo essa área correlacionada á retirada seletiva de madeira. Dados foram coletados continuamente no primeiro ano e no ano posterior foram adquiridos em diferentes épocas do ano, sempre enfatizando as modificações provocadas pela retirada seletiva na precipitação interna e na interceptação da chuva, dessa maneira alterando também o ciclo hidrológico. Portanto os dados medidos sobre a precipitação interna e interceptação da água de chuva em floresta de terra firme na Amazônia Central, mostraram que a retirada de madeira não traz alterações consideráveis quanto à precipitação interna, ou seja, da água da chuva para o solo. Já a interceptação da chuva foi modificada de forma significativa pela extração seletiva, diminuindo a quantidade das chuvas retida pelo dossel (FERREIRA et al., 2004).

Em uma área de floresta tropical chuvosa, a deficiência de água provocada pela exclusão de 95% de água da chuva, proporcionou a variabilidade sazonal de todos os elementos hidrometeorológicos estudados. Sendo assim, isto poderia contribuir para alterações na microfauna local, riscos de incêndios e redução da biodiversidade da região (COSTA et al., 2005).

O movimento da zona de convergência intertropical sobre a bacia Amazônica resulta em distinções na quantidade de chuva e na duração da estação seca ao longo da bacia. De acordo com Liebmann e Marengo (2001), a precipitação média na Amazônia brasileira varia de menos de 2000 mm.ano⁻¹ no sul, leste e extremo norte a mais de 3000 mm.ano⁻¹ na região noroeste. Cerca de 36% da floresta densa de terra firme da bacia Amazônica encontra-se em locais onde a precipitação nos três meses mais secos do ano é inferior a 1,5 mm.d⁻¹, podendo

chegar a menos que 0,5 mm d-1 na porção oriental e meridional da Amazônia (NEPSTAD et al., 1994).

A variabilidade no regime hídrico pode ocasionar alterações nas taxas de crescimento arbóreo (CLARK; CLARK, 1994; VETTER ; BOTOSSO, 1989), já que a precipitação é a maior fonte de umidade do solo resultando na principal fonte de água para a vegetação. A deficiência de água no solo leva à diminuição gradual da fotossíntese pela maior resistência à fixação do CO₂ por causa do fechamento dos estômatos (NEPSTAD et al., 2002).

No entanto, a dinâmica do crescimento e mortalidade das árvores e os fatores que controlam estes processos, ainda são pouco conhecidos. Alguns trabalhos revelam de maneira geral, que nas florestas tropicais a biomassa acima do solo é constituída de poucas árvores muito grandes, que representam a maior fração da biomassa total, e algumas árvores menores, que juntas constituem uma pequena porção da biomassa (BROWN et al., 1995). Ainda segundo Brown et al. (1995), em uma floresta em Rondônia, aproximadamente 50% da biomassa se encontrava nas árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior que 60 cm. Pode-se, portanto, presumir que a idade média de morte das árvores difere com sua classe funcional (emergente, dossel e sub-bosque) e seu diâmetro. Assim, o tempo médio de residência do carbono na madeira deve ser um indicador da resposta das árvores aos distúrbios no ambiente.

Estudos anteriores sobre mortalidade de árvores em florestas tropicais, mostraram taxas constantes de mortalidade para árvores com DAP maior que 10 cm (PUTZ ; MILTON, 1982; LIEBERMAN ; LIEBERMAN, 1987). No entanto, as taxas de mortalidade podem aumentar em resposta a eventos de estresse, como proposto por Condit et al. (1995) que mostraram que a mortalidade das árvores em florestas tropicais, aumenta excessivamente nos anos mais secos.

Geralmente, as florestas tropicais são vistas como se todas tivessem comportamento igual e pouco se tem conhecimento sobre a variação da estrutura destas florestas ao longo da bacia Amazônica. Objetivando a compreensão da dinâmica do carbono na vegetação da região Amazônica, e em especial, o potencial das florestas primárias de atuarem como provedor ou sorvedor de carbono analisou-

se florestas localizadas em três regiões diferentes: Manaus (AM), Rio Branco (AC) e Santarém (PA), sendo essas áreas bem representativas quanto à duração do período seco. Os resultados evidenciam que as áreas apresentam diferenças na estrutura da floresta, na biomassa arbórea, na taxa de crescimento das árvores, na idade das árvores e na quantidade de acúmulo anual de carbono. Os resultados também mostram maior sazonalidade no crescimento, com maiores taxas de crescimento na estação úmida e menores na estação seca. Este efeito foi mais pronunciado nas árvores com diâmetro acima de 50 cm. As florestas submetidas a uma estação seca mais prolongada apresentaram maiores taxas de incremento diamétrico. A biomassa nessas áreas se concentra nas árvores com diâmetro acima de 30 cm (VIEIRA, 2003).

A frequência de árvores, por classe diamétrica, extrapolada por hectare com base em 72 hectares inventariadas na Amazônia Central, mostra que aproximadamente 39% das árvores possuem $DAP \geq 10$ cm. A partir das árvores inventariadas foi constatado que as árvores nesse intervalo de DAP representam 34,4% do volume total de madeira dos fustes por hectare. Esse percentual, para a Amazônia Central, é subestimado nas estimativas de biomassa realizadas a partir de inventários florestais utilizando o modelo proposto por Brown e Lugo (1992). Segundo esse modelo, o acréscimo do volume de fustes não inventariados deve ser de 25% para floresta densa e 50% para outras florestas não-densas.

Percebe-se que as estimativas de biomassa e emissão para toda a Amazônia estarão subestimadas, sendo considerado que as mesmas relações estarão presentes em outras florestas amazônicas. Em estudos realizados na Amazônia Central por Nascimento (2002), aplicou-se a equação alométrica desenvolvidas por Chambers *et al.* (2001), onde os resultados mostram que para Amazônia Central, árvores com $DAP \geq 10$ cm representam, aproximadamente, 34% do volume de madeira dos fustes por hectare. Comparado aos resultados das fórmulas mais usadas até agora, estes dados diminuem a biomassa florestal estimada na Amazônia Central

Em outro estudo foi medida a biomassa vegetal em uma área agrícola abandonada e em um fragmento de floresta tropical primária densa, localizadas no

Município de Peixe-Boi, Estado do Pará. Em três hectares (ha) de floresta primária, foi quantificada a biomassa de árvores com diâmetro a 1,30 metros do solo igual ou superior a 10 cm. A estrutura diamétrica e altimétrica dos indivíduos dos ecossistemas amostrados foram previamente analisadas e discutidas, como também a biomassa total estimada (peso seco) para a floresta, encontrando-se valores referentes à biomassa aérea, biomassa subterrânea, biomassa morta e ainda estoque de carbono (SALOMÃO et al., 1998).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na região Amazônica, em terras da Estação Científica Ferreira Penna – ECFPn (Figura 01), operada pelo Museu Emílio Goeldi. Esta estação está situada no interior da Floresta Nacional de Caxiuanã, região oeste do Pará, no município de Melgaço – PA (lat. 01° 42' 30"S; long. 051° 31' 45"W; alt. 16 m), correspondendo a uma área de aproximadamente 33 mil hectares, sendo que 80 % referem-se à floresta de terra firme e 20% a várzeas e igapós (LISBOA et al, 1997).



Fig. 01 – Localização da Estação Científica Ferreira Penna. (ECFPn)

Fonte: Projeto ESECAFLOR.

3.2 PROJETO ESECAFLO

O Experimento ESECAFLO consiste na simulação de um período de seca na floresta para avaliar o impacto da seca prolongada nos fluxos de água e dióxido de carbono em uma floresta tropical amazônica, investigando a exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta, e as alterações provocadas pelo evento, algo semelhante à influência de um fenômeno EL NINO.

O projeto ESECAFLO está dividido em duas parcelas A e B, de um hectare cada, dividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m, sendo uma de controle e outra de exclusão. A parcela de exclusão foi coberta por 6000 painéis de material plástico, instalados a uma altura que varia de 1,5 a 4,0 m, com o intuito de excluir aproximadamente 95 % da água da chuva (Figura 02).

A parcela de controle serve de referencial para o experimento na parcela de exclusão, para que no final do estudo se tenha a comparação entre as duas áreas.



Fig. 02 – Visão superior dos painéis de exclusão.

Fonte: Projeto ESECAFLO.

3.3 DADOS

Foram feitas medições mensais em 532 árvores na parcela A, e 501 na parcela B do Projeto ESECAFLOR no período de junho de 2006 a julho de 2007.

Os dados de crescimento foram coletados nas parcelas de controle (A) e de exclusão (B). Dentro de cada parcela, todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq a 10 cm foram identificadas e medidas mensalmente. Nestes indivíduos arbóreos foram implantadas cintas dendométricas instaladas preferencialmente a uma altura de 1,30 m (Figura 03). Se a árvore apresentava irregularidades a essa altura, a fita seria instalada em outro ponto, livre de defeitos, o mais próximo possível a altura de 1,30 m. Essas medidas foram feitas com um paquímetro para se ter o crescimento do DAP em milímetros.



Fig. 03 – Cintas dendométricas e a medida com o paquímetro digital.

Fonte: Projeto LBA

3.4 CÁLCULO DA BIOMASSA AÉREA

Após a coleta mensal dos dados, estes foram trabalhados em planilhas eletrônicas para posteriores cálculos da biomassa aérea. Para o cálculo da biomassa aérea de cada árvore, usou-se a equação proposta por Higuchi et al (1998), para indivíduos com DAP maiores que 5 cm, conforme equação abaixo.

EQUAÇÃO ÚNICA

$$\ln P = - 1,497 + 2,548 \cdot \ln DAP ; DAP (\geq 5 \text{ cm })$$

Sendo:

P = peso fresco em kg

DAP = diâmetro a altura do peito

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Evidencia-se na Figura 04 a distribuição diamétrica na área do Projeto ESECAFLO. Observou-se que a predominância, em ambas as parcelas é de árvores com DAP entre 10 e 20 centímetros. Em relação aos demais DAP's, percebeu-se que tanto para a parcela de controle como para a parcela de exclusão apresentaram valores muito próximos.

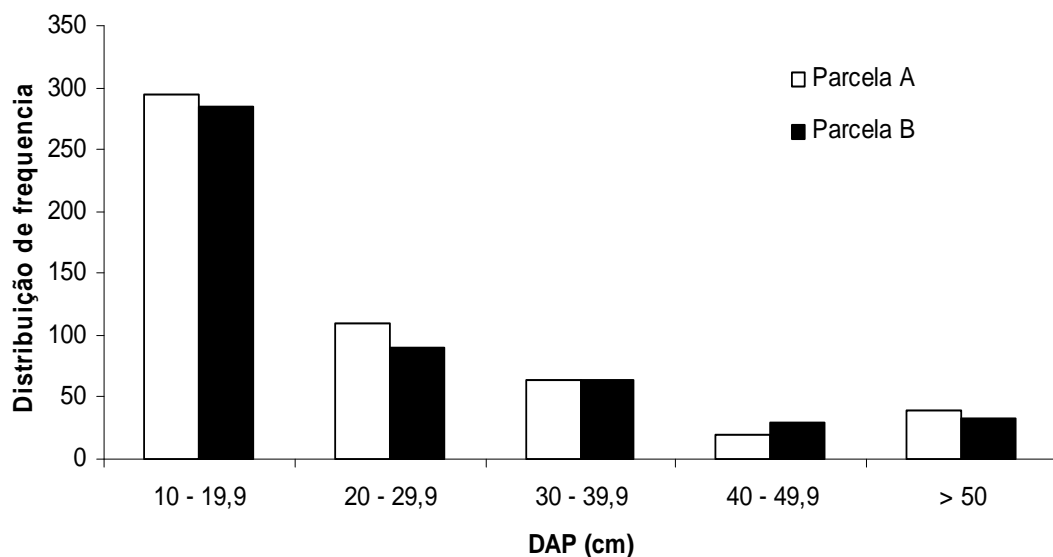


Fig. 04 - Distribuição diamétrica das árvores na área do Projeto ESECAFLO

4.2 DISTRIBUIÇÃO DE ALTURA

A Figura 05 mostra a distribuição da altura das árvores na área do Projeto ESECAFLO. Observou-se que a distribuição é similar entre as duas parcelas, sendo que árvores com altura entre 10 a 20 metros predominaram em ambas as parcelas.

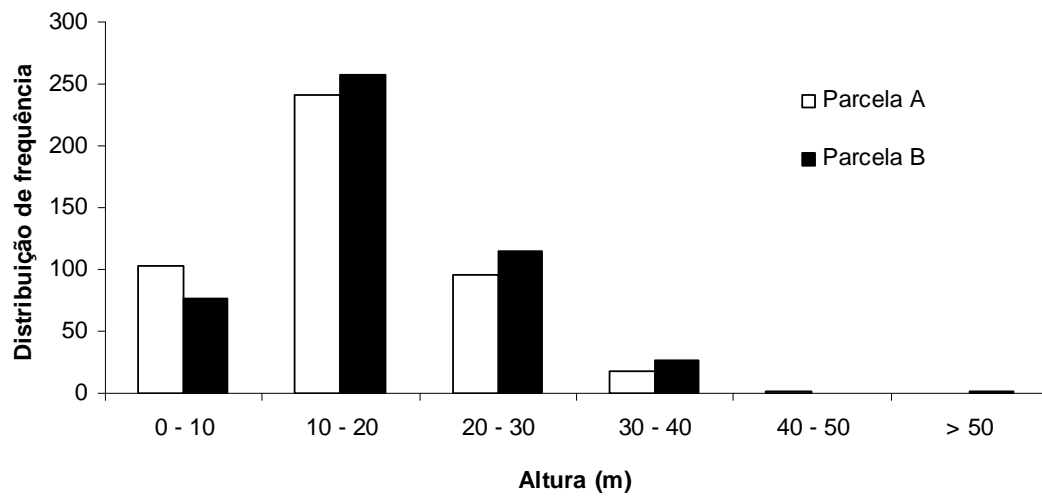


Fig. 05 - Distribuição de altura das árvores.

4.3 VARIAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO

Na Figura 06 há uma variabilidade na umidade do solo na parcela A (controle) com 22% no mês de março, fato este justificado pela época chuvosa, já na parcela B (exclusão) não se observa nenhuma variação.

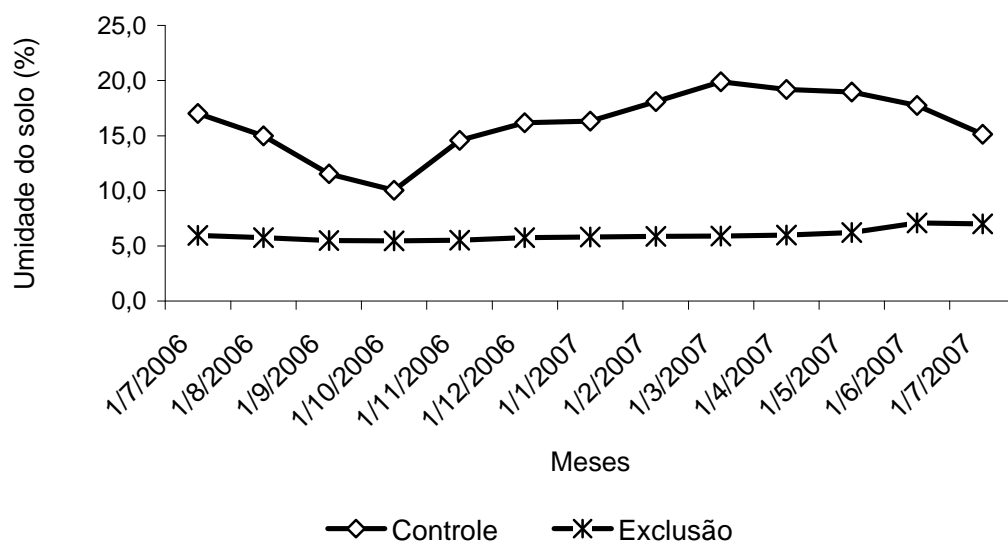


Fig. 06 - Variação da umidade do solo na area do Projeto ESECAFLOR.

4.4 - VARIABILIDADE MENSAL DA BIOMASSA TOTAL

Na Figura 07, temos a variação mensal da biomassa total das árvores na área do Projeto ESECAFLOR.

Observou-se, pouca variação na parcela de exclusão (B) ao compararmos com a parcela de controle (A), sendo que na parcela de controle observou-se uma variação sazonal do incremento de biomassa total, certamente relacionada com a variação da disponibilidade de água no solo. A biomassa total da parcela de controle foi de 534,2 toneladas, mostrando um desvio padrão no valor de 46,4 toneladas, com um coeficiente de variação de 8,7%, enquanto que na parcela de exclusão a biomassa ficou em 528,8 toneladas, com um desvio padrão de 11,1 toneladas e um coeficiente de variação de 2,1%.

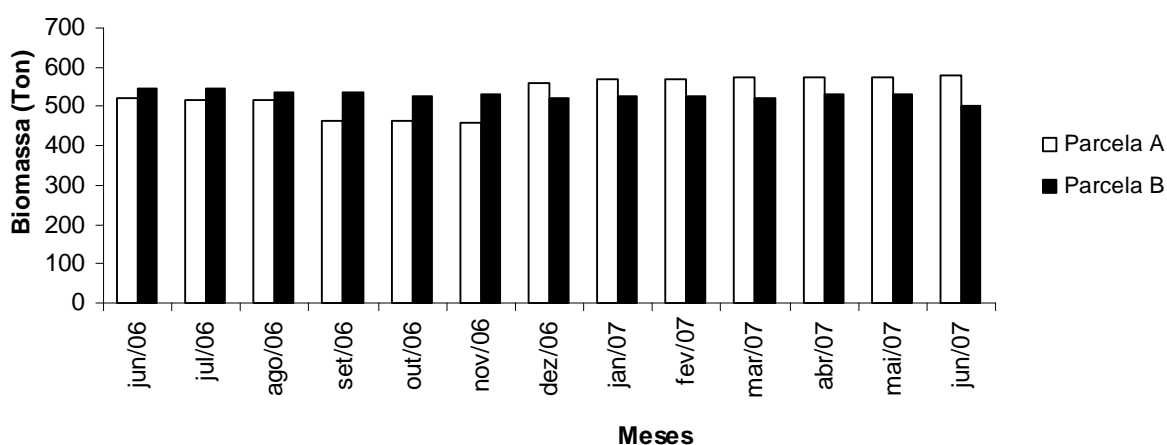


Fig.07 – Variação mensal da biomassa total das árvores do Projeto ESECAFLOR

4.5 VARIAÇÃO MENSAL DE BIOMASSA ENTRE AS ÁREAS DO PROJETO ESECAFLOR

A Figura 08 mostra a variação mensal de biomassa das árvores no sítio do Projeto ESECAFLOR, onde se observa que na parcela de controle ocorreu uma

variabilidade no incremento de biomassa, oscilando entre picos negativos e positivos nos meses de setembro e dezembro, respectivamente, o que caracteriza os períodos seco e chuvoso. Na parcela com restrição hídrica a taxa do incremento de biomassa apresenta na maioria dos meses valores negativos, em função da pequena umidade no solo.

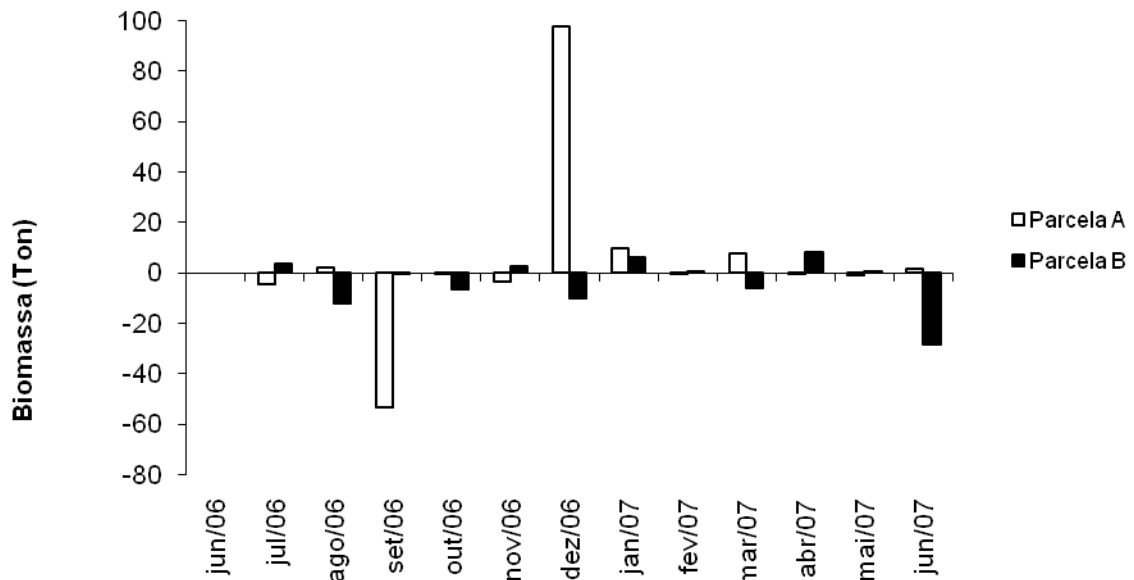


Fig. 08 - Variação mensal de biomassa de todas as árvores do Projeto ESECAFLOR

4.6 VARIAÇÃO DO PERCENTUAL DO INCREMENTO DE BIOMASSA TOTAL

A Figura 09 evidencia a variação percentual do incremento mensal de biomassa e observaram-se valores negativos pouco pronunciados na parcela de exclusão, porém, na parcela de controle o mês de setembro apresentou um percentual negativo de -11,4% e um percentual máximo de 17,5% no mês de dezembro.

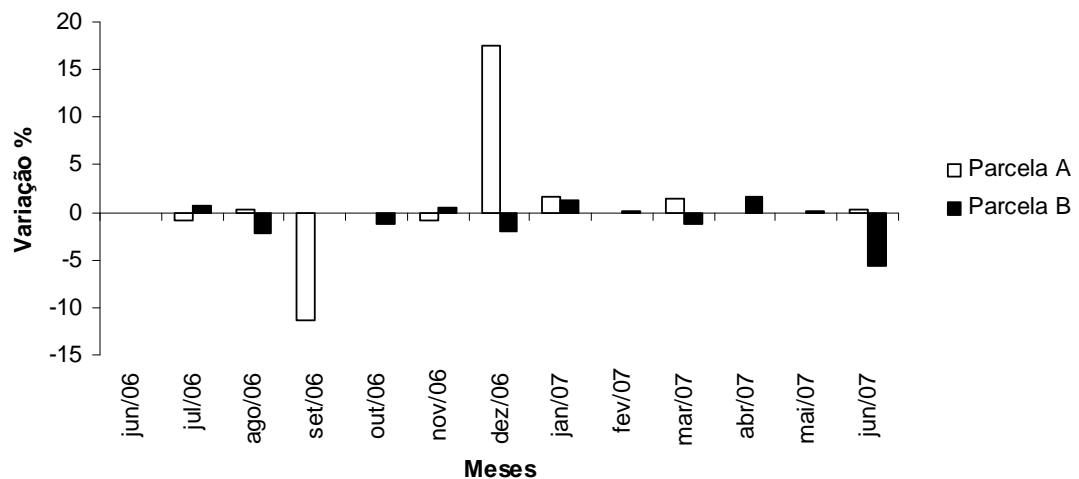


Fig. 09 - Variação do percentual do incremento de biomassa total do Projeto ESECAFLO

4.7 INCREMENTO TOTAL DA BIOMASSA AÉREA

A Figura 10 mostra o incremento total da biomassa aérea no sítio do Projeto ESECAFLO e observou-se que na parcela de controle (A), onde não há redução hídrica ocorreu um ganho de biomassa de 7,96%, ao passo que na parcela de exclusão (B) onde ocorre a redução de água no solo há uma perda de biomassa de 8,18%.

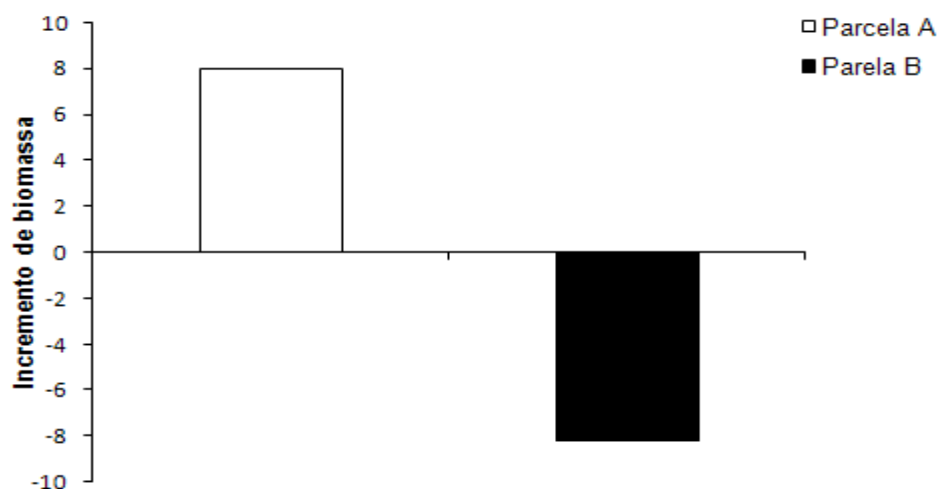


Fig. 10– Incremento total da biomassa aérea no sítio do Projeto ESECAFLO

5 CONCLUSÃO

Neste estudo verificou-se que na parcela A (controle) o crescimento foi considerado maior com variação sazonal positiva, ocorrendo o inverso para a parcela B (exclusão), pois o crescimento das árvores foi considerado menor devido ao stress hídrico nessa área, acarretando em uma variação sazonal negativa.

Dessa forma, o fator importante é a disponibilidade hídrica armazenada no solo, quanto ao crescimento das árvores em florestas tropicais chuvosas, portanto a deficiência hídrica no solo poderá implicar na redução da taxa de crescimento, indicando a vulnerabilidade deste ecossistema a esse efeito.

REFERÊNCIAS

ATHAÍDE, K.R.P.; COSTA, J.P.R.; S. NETO, L.A.; **Influência do fenômeno El Niño 97-98 na variação de precipitação e da temperatura do ar em Caxiuanã – PA.** Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/semicax/CCTE_004.pdf> acesso em: 28 jul.2008.

BROWN, I.F.; MARTINELLI, L.A.; THOMAS, W.W.; MOREIRA, M.Z.; FERREIRA, C.A.C.; VICTORIA, R.L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: example from Rondonia Brazil. **Forest Ecology and Management**, 75: 175-189. 1995.

BROWN, I.F.; MARTINELLI, L.A.; WAYT THOMAS, W.; MOREIRA, M.Z.; CID FERREIRA, C.A.; VICTORIA, R.L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forest: an exemple from Rondônia, Brasil. **Forest Ecology and Management**, v.75, p.175-189, 1995.

BROWN, S.;LUGO, A. **Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon.** Interciencia 17 (1): 8-18. 1992.

CHAMBERS, J.Q.;SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; HIGUCHI, N. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, 152: 73-84. 2001.

CLARK, D.A.;CLARK, D.B.Climate-induced annual variation in canopy tree growth in Costa Rica tropical rain forest. **Journal of Ecology**, v.82, p.865- 872, 1994.

CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Mortality-rates of 205 neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. **Ecological Monographs**, v. 65, p.419-439, 1995.

COSTA, A.C.L. et al; Estudos hidrometeorológicos em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia – Projeto ESECAFLOR. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, p. 283-290,2006. Disponível em: <<http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=estudos+hidrometeorologicos+em+uma+floresta+tropical+chuvosa&meta=>>> acesso em: 29 jul. 2008.

DAUBERNMIRE, R. **Plant communities: a textbook of plant synecology**. New York,Harper e Row Publishers, 1968.

FEARNSIDE, P.M.; LEAL FILHO,N.; FERNANDES, F.M. Rainforest Burning and the Global Budget: Biomass, combustion efficiency and charcoal e formation in the Brazilian Amazon. **Journal of Geophysical Research**, 98 (D9):16733-26743.1993.

FEARNSIDE, P.M. Amazonian deforestation and warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, 80: 21-34. 1996.

FERREIRA, S.J.F.; LUIZÃO, F.J.; DALLAROSA, R.L.G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v35n1/v35n1a08.pdf>> acesso em: 12 jul.2008.

GRACE, J.B. In the search for the Holy Grail: explanations for the coexistence of plant species. **Trends in Ecology and Evolution** v.10;263-264. 1995.

HAIRIAH, K.; SITOMPULL, S.M.; NOORDWIJK, M.VAN.; PALM, C.. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. In: Noordwijk, M. van.; Williams, S. and Verbist, B. (Ed.). **Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns**. ICRAF. ABS Lecture Note 4 A, Bogoi, 49p. 2001.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J.A. **Biomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia**. In.: Seminário Emissão e Seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto alegre. Anais. CVRD, Rio de Janeiro. p.125-153. 1994.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, 28(2): 153-166. 1998.

KERSHAW, K.A. **Quantitative and dynamic plant ecology**. London. William Clowes ; Sons, 1973.

LIEBERMAN, M. LIEBERMAN, D. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**. v.3, p.347-359, 1987. LIEBMANN, B.; MARENGO, J.A. Interannual variability of the rainy season and rainfall in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Climate**, v. 14, p. 4308- 4318, 2001.

LISBOA, P.L.B. **Caxiuanã: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica**. Belém: Editora Graphitte, 734 p. 2002.

NASCIMENTO, 2002. Projeto RADAMBRASIL,. Folha S.A. 20. ANEXO **Levantamento de Recursos Naturais**. Manaus. Departamento Nacional de Produção Mineral/Brasil. Rio de Janeiro, vol. 18. 747 p. 1978.

NEPSTAD, D.C.; CARVALHO, C.R.; DAVIDSON, E.A.; JIPP, P.H.; LEVEBvre, P.A.; NEGREIROS, G.H.; SILVE, E.D.; STONE, T.A.; TRUMBore, S.E; VIEIRA, S. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forest and pasture. **Nature**, v.372, p.666- 669, 1994.

NEPSTAD, D.C.; MOUTINHO, P.; DIAS, M.B.; DAVIDSON, E.; CARDINOT, G. MARKEWITZ, D.; FIGUEIREDO, R.; VIANNA, N.; CHAMBERS, J.; RAY, D.; GUERREIROS, J.B.; LEFEBvre, P.; STERNBERG, L.; MOREIRA, M.; BARROS, L.; ISHIDA, F.Y.; TOHLVER, I.; BELK, E.; KALIF, K.; SCHWALBE, K. The effects of partial throughfall exclusion on canopy.

NOGUEIRA, E.M; NELSON, B.W.; FEARNSTIDE, P.M. **Pequenas árvores; implicações nas estimativas de biomassa e emissão de carbono na Amazônia Central.** Disponível em: <[http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Resumos%20e%20anais/Unpublished%20abstracts/Nogueira%20et%20al.%20pequenas%20%C3%A1rvores III%20Simp%20B3sio-2.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Resumos%20e%20anais/Unpublished%20abstracts/Nogueira%20et%20al.%20pequenas%20%C3%A1rvores%20III%20Simp%20B3sio-2.pdf)> acesso em: 27 abr. 2008.

PIRES – O' BRIEN, M.J. & O' BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais.** Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, serviço de informação e documentação, Belém. 1995.

PUTZ, F.E.; MILTON, K. Tree mortality rates on Barro Colorado Island. In: LEIGH, E.G.; RAND, A.S.; Windsor, S.M. **The ecology of a tropical Forest: seasonal rhythms and long-term changes.** Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 1982.

SALOMÃO, R.P. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa. **Revista Ciência Hoje**, 21 (123): 38-47, 1996.

SALOMÃO, R.P.; NEOSTAD, D.C.; VIEIRA, I.C. Biomassa e estoque de florestas tropicais primária e secundária. In: GASCON, C. E.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo.** [S.l. : s.n.], 1998. p. 99-119. Disponível em: < <http://www.agrisustentavel.com/doc/biomassa.htm>> acesso em: 25 abr. 2008.

SANTOS, S.R.M.; MIRANDA, I.S.; TOURINHO, M.M. **Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará.** Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672004000100001> acesso em: 12 jul. 2008.

SILVA, J.F. EI NIÑO, **O fenômeno climático do século.** Editora The Sauros, 135 p. 2001.

SILVERTOWN, J.W. ; DOUST,J.L. **Introduction to plant population biology.** Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1993.

VETTER, R.E; BOTOSSO, P.C. El Niño may affect growth behaviour of Amazonian tree. **GeoJournal**, v.19, p.419-421,1989.

VIEIRA, S.A.; **Mudanças Globais e Taxa de crescimento arbóreo na Amazônia.** 2003. 103 f. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em:< <ftp://lba.cptec.inpe.br/thesis/CD/CD-08/Tese-Simone-Vieira.pdf>> acesso em: 07 mai. 2008.

YODZIS,P.**Competition for space and the structure of ecological communities.** Berlin Springer-Verlag. 1978.