

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO” - UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**Variação do Estoque de Madeira Morta em Diferentes Altitudes de
Floresta Ombrófila Densa Atlântica**

Larissa Giorgeti Veiga

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO” - UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**Variação do Estoque de Madeira Morta em Diferentes Altitudes de
Floresta Ombrófila Densa Atlântica**

Larissa Giorgeti Veiga

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Maës dos Santos

Co-orientadoras: Simone Aparecida Vieira

Luciana Ferreira Alves

Supervisora: Profa. Dra. Yuriko Yanagizawa de A. Pinto

Estudo Monográfico
apresentado ao Depto. de
Botânica como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Bacharelado em
Ciências Biológicas.

Botucatu

2008

Dedicatória

Dedico essa minha monografia a todos que colaboraram de alguma forma com minha formação...

Moral: meus pais, irmãos, tios, primos, vó...enfim, meus familiares que tanto me amam e são pacientes;

Espiritual: meus amigos e companheiros que participaram de minhas angústias, ansiedades e momentos afobados;

Intelectual: orientador, corientadores, supervisora e demais professores.

No entanto, uma parte especial e até diria que a maior parte, dedico minha monografia a duas pessoas muito especiais: ao meu avô João que tanto me faz falta...(ainda não me acostumei com tua ausência) e a minha tia Edna que também partiu muito cedo.

Todos os dias de minha vida penso em vocês e são nas boas lembranças que consigo forças para superar os problemas pois vocês me são exemplos de luta, esforço e honra. Amo vocês...

Agradecimentos

São tantas pessoas que quero agradecer que desde já peço desculpas se faltar alguém...se você ler meus agradecimentos e não tiver seu nome, faça o seguinte: olhe pra mim um dia e me chame...no meu sorriso e no meu abraço você perceberá o quão importante é!

Antes de mais nada, agradeço à Deus, que tantos dias ouviu minhas preces, meu choro, desabafos e minhas conversas...desculpe se algumas vezes não entendia porque as coisas não estavam “dando certo” e por ignorância fiquei brava ou ansiosa...nada melhor que um dia após o outro para percebermos que tudo na vida tem um propósito e que tudo tem seu momento. Paciência é uma virtude que estou tentando desenvolver...

Agradeço a minha mãe que teve TANTA paciência, preocupação e cuidado...mãe, você recebeu tantas ligações a cobrar, no meio da madrugada, em horários de reunião e em momentos de lazer...e sempre foi atenciosa, sempre ouvindo minhas palavras e de uma maneira tão sábia ia consolando, reconfortando e devolvendo ânimo! Não tenho palavras pra agradecer, só posso falar todos os dias de minha vida que te amo...sempre!

Agradecer a “primeira mãe” implica em, logo em seguida, agradecer a “segunda”...minha irmãe Adriana! Esse ano foi meio louco...começamos, como de costume extremamente grudadas, mas algo estranho foi acontecendo, fomos ficando distantes, nervosas...mas esses momentos “longe de você” foram muito importantes pra mim porque eu percebi que nada vale mais a pena que seu carinho, sua atenção, sua superproteção...espero que me desculpe por ter ficado ausente tanto tempo! Não é segredo pra ninguém que você briga, chama atenção mas que não consegue desgrudar e parar de me mimar...amo você infinitamente!

Meu irmão...já faz quatro anos que você me deu a maior felicidade de minha vida: minha sobrinha, minha princesa, meu amor...e isso já seria

suficiente para te agradecer sempre! Mas esse ano foi um ano **MUITO** especial...poder conversar com você todo final de semana, fazer confidências, brincar e ter um relacionamento saudável tem sido muito importante! Quando achava que tudo estava perdido e dando errado, você ligava o msn, fazia alguma palhaçada ou quando ia (nas raras vezes) para Pouso Alegre fazia quitutes e comidas deliciosas...estou viciando nessa nossa amizade e espero que daqui pra frente ela só cresça...te amo meu irmão...e me sinto bem escrevendo isso porque agora realmente sinto.

Pai, você mesmo distante geograficamente tem uma força muito grande na minha vida...percebo em vários atos meus que sua marca está presente. Embora não nos falamos mais como antigamente, parece que posso ouvir sua voz e seus conselhos. Amo-te, independente do que ache ou pense. Sinto saudades...embora não perceba mas agradeço por tudo que fez por mim! Se não fosse por você e por suas lições, não estivesse aqui hoje, batalhando por mais uma etapa.

Flavião (orientador para os que não sabem)...”duax coisax”: **MUITO** obrigada por tudo: por ter me aceitado como sua aluna (se você soubesse a dor de cabeça que teria talvez tivesse desistido antes,hehehe), por ter tido mais paciência que Jó (e nós dois sabemos que você teve!), por ter me guiado pelos rumos da ciência através das conversas, **MILHARES** de e-mails (se você me bloquear depois que terminarmos tudo, não vou gostar mas entenderei!) e principalmente pelo seu exemplo de conduta, de atuação, de espírito crítico e auto-crítico forte! Com você aprendi tantas coisas...mas aprendi principalmente a pensar (tudo bem que pelo fato de eu ser loira às vezes é meio complicado) e a defender minhas idéias (mas antes embasá-las!). Durante esses três semestres posso afirmar, com segurança, que aprendi a pesquisar e a me virar mais que toda minha graduação! Sentirei falta dos seus comentários e dos seus e-mails...agradeço, de coração e alma!

Minha supervisora Profa. Yuriko: infelizmente não consegui manter contato durante desenvolvimento do meu bacharelado! Mas agradeço à paciência e por ter esperado minha monografia antes que pudesse sair de férias! Espero revê-la em breve...

Orientadoras: Simone Vieira e Luciana Alves! Me receberam de braços abertos...tiveram (e ainda têm) uma santa paciência, me apoiaram e consolaram em momentos delicados (como as cirurgias de minha mãe), me fizeram dar muitas risadas, conhecer lugares novos e me ensinaram a fazer o trabalho que desenvolvo! Que seria de mim sem vocês duas?? Agradeço o carinho e espero poder trabalhar com vocês por muito tempo ainda...muito obrigada!

Pessoal da graduação da Unesp e Unicamp: Fátima, Yolanda, Nádia, Rosa, Sandra, Lúcia...sem vocês não estaria escrevendo meus agradecimentos!!! Obrigada pela paciência e carinho!!!

Amigos de Botucatu, Campinas, Pouso Alegre e Piracicaba..se eu for listar todos os nomes acabarei fazendo uma segunda monografia...mas PRECISO citar alguns nomes: Chris 1 e Chris 2 (Unicamp), Paulo, Enéas e Elvis: vocês me MATAM de rir, me ensinam a cada dia, a cada conversa...Rafa e Aninha: o casal mais lindo do mundo, mais simpático e mais amigo...vocês são muito especiais pra mim.. Pessoal do laboratório de Biologia Vegetal: Arildo, Júlia, Brunos, Pedros, Carols, Ataliba, Mari, Vivi, Pequeno, Leandro, Coquinho, Leonardo, Aline, Vinícius, Larissão, Maíra, Rose, Tubaina, Fuzarka, Macalé, Babosa, Nino, Leandro, Natália, Ingo, Michel, Gui, Will, Juninho, DANI, Tatá e aos meus amigos que moram comigo André e Liginha...vocês são testemunhas desse bacharel!!! Todos meus amigos são DEMAIS!!! AMO TODOS VOCÊS!!!!

Bom, é melhor parar por aqui se não ninguém terá paciência...mas antes...ANA JÚLIA...TE AMOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOO!!!!

Resumo

As florestas tropicais são naturalmente amplos reservatórios de carbono devido à alta produtividade e extensão (Malhi *et al.* 2000). Em termos do ciclo do carbono, o papel das florestas tropicais como fonte ou sumidouro de CO₂ tem sido amplamente debatido (Saleska *et al.* 2003), portanto, estudos sobre a capacidade de estoque de carbono destes ecossistemas são particularmente relevantes para compreendermos a dinâmica do CO₂ para o atual ciclo global do carbono e para compreender o potencial desses ecossistemas atuarem como sumidouro ou fontes de CO₂. O objetivo do presente estudo foi verificar se a biomassa de madeira morta acima do solo varia com a altitude (5-50m e 50-500m) em uma Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) para entender como o estoque de carbono dessa necromassa varia entre os locais, estoque esse que é matéria prima para liberação de CO₂ para atmosfera pelo processo de decomposição. Para estimar a necromassa em pé foram consideradas todas as árvores mortas em pé com diâmetro na altura do peito (DAP = 1,3 metros de altura) maior que 4,8 cm (ou PAP > ou igual a 15 cm), de acordo com protocolo proposto pelo RAINFOR (Rede Amazônica de Inventários Florestais). Todas as árvores mortas em pé foram quantificadas e classificadas a partir da verificação do estado de decomposição da casca de cada indivíduo em quatro classes de decomposição, que possuem diferentes densidades de madeira relacionadas ao estágio de decomposição. A biomassa de madeira morta acima do solo variou com a altitude (figura 2). Essa variação foi de 1,14 Mg ha⁻¹ (parcela B, Terras Baixas) a 7,57 Mg ha⁻¹ (parcela J, F.O.D. Submontana). Em relação às fitofisionomias, houve uma variação de 8,40 Mg ha⁻¹ (Terras Baixas) a 18,38 Mg ha⁻¹ (F.O.D. Submontana).

Introdução

As florestas tropicais são naturalmente amplos reservatórios de carbono devido à alta produtividade e extensão (Malhi *et al.* 2000). Em termos do ciclo do carbono, o papel das florestas tropicais como fonte ou sumidouro de CO₂ tem sido amplamente debatido, principalmente em função dos dados contraditórios que o projeto LBA (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia) tem gerado (Saleska *et al.* 2003), indicando áreas que se comportam como grandes sumidouros e áreas que se comportam como grandes emissores de CO₂ ao longo do ano. Portanto, estudos sobre a estrutura e funcionamento destes ecossistemas são particularmente relevantes para compreendermos a dinâmica do CO₂ para o atual ciclo global do carbono, a capacidade de estoque de carbono e o potencial desses ecossistemas de atuarem como sumidouros ou fontes de CO₂.

Estudos recentes sugerem que algumas florestas tropicais primárias estão aumentando seu estoque de carbono (Lugo & Browns 1992, Schroeder 1992, Fan *et al.* 1998, Phillips *et al.* 1998, Malhi *et al.* 2002a, Philips *et al.* 2002). O monitoramento em longo prazo de parcelas de floresta tropical tem indicado que, nas últimas décadas, a dinâmica da vegetação apresenta um aumento na mortalidade, na taxa de recrutamento (“turnover”) (Phillips & Gentry 1994, Lewis *et al.* 2004, Venkateswaran *et al.* 2005), na área basal e na biomassa de florestas desenvolvidas (Phillips *et al.* 1998). Como resultado, há no balanço geral um aumento do estoque de carbono, indicado por uma fixação de CO₂ atmosférico da ordem de 0,5-1,0 Mg C por ano nas florestas equatoriais, o que equivale às emissões de combustível fóssil de toda a União Européia (Clark *et al.* 2003).

Florestas tropicais úmidas são estruturalmente os mais complexos de todos os ecossistemas (Whitmore 1980), sendo caracterizados por uma grande heterogeneidade interna na estrutura e na dinâmica das comunidades (Clark *et al.* 1995). Além de sua importância, em função de índices extremamente elevados de riqueza de espécies e de endemismos, são reconhecidamente ecossistemas importantes pelo papel que exercem no ciclo de carbono, modulando as trocas entre a atmosfera e os sistemas terrestres (Joly & Martinelli 2004).

Com as mudanças de uso do solo, seja pela extração de madeira ou pela substituição das florestas por atividades agropastoris, uma grande quantidade de carbono estocado é jogado instantaneamente na atmosfera (Palace *et al.* no prelo).

A necromassa, ou material orgânico morto, é um componente importante no ciclo de carbono das florestas, perfazendo de 20 a 40% do estoque de carbono e 12% da respiração total acima do solo (Harmon & Sexton 1995, Brown 1997, Palace *et al.* no prelo). A necromassa é também importante no ciclo de nutrientes e é o habitat de muitos organismos (MacNally *et al.* 2001, Norden & Paltto 2001).

Pela sua extraordinária complexidade biológica ou ainda por ser uma floresta tropical (amplo reservatório natural de carbono), a Mata Atlântica oferece uma possibilidade ímpar para darmos um salto qualitativo no conhecimento do funcionamento das florestas tropicais (Joly & Martinelli 2004).

A heterogeneidade topográfica numa escala local é um importante fator que governa a diversidade e a produtividade nas florestas tropicais (Grubb 1977a., Lieberman *et al.* 1985, Baillie *et al.* 1987, Clark *et al.* 1998, Rennolls &

Laumonier 2000, Takyu *et al.* 2002). A topografia afeta as condições edáficas e a sensibilidade do sistema a distúrbios naturais, como ventos de ciclones (Whitmore 1973, Grubb & Tanner 1976, Bellingham 1991) e, conseqüentemente, influencia os processos demográficos dos organismos como a mortalidade e o recrutamento (Herwitz & Young 1994, Gale 2000).

Sendo assim, podemos supor que a Mata Atlântica, ecossistema com grande heterogeneidade topográfica como vales, morros e encostas (numa escala maior) e áreas mais ou menos inclinadas (numa escala menor) poderá ter uma variação das condições do solo e, conseqüentemente, nos processos demográficos, como mortalidade dos indivíduos, podendo resultar em mais ou menos indivíduos mortos em áreas de topografia distintas.

Kubota *et al.* (2004) estudaram os efeitos da topografia (vales, encostas e topos foram denominados tipos topográficos) na densidade de troncos em florestas subtropicais, tendo encontrado maior densidade da madeira e biomassa de troncos em pé nos topos do que nos vales.

Kubota *et al.* (2004) também encontraram que a densidade (número de indivíduos/ha) de troncos mortos e abundância de novos recrutas foram significativamente maiores nos topos do que nos vales e encostas. O incremento de biomassa foi significativamente maior nos topos, enquanto tanto o incremento como a perda de biomassa, foi menor nos vales. Portanto, áreas de topo apresentaram maior número de indivíduos mortos quando comparados à áreas mais baixas como vales.

Os estudos de Kubota *et al.* (2004) sugerem que há uma variação da biomassa morta acima do solo ou ainda uma variação do estoque de madeira morta ao longo de uma variação altitudinal em uma determinada área.

O objetivo do presente estudo foi:

- ✓ Averiguar se o estoque de madeira morta varia entre locais em uma mesma altitude devido heterogeneidade topográfica.
- ✓ Investigar se a influência antrópica, seja por extração da madeira ou por atividades agrícolas, podem afetar o estoque de madeira morta.
- ✓ Responder a questões como: quanto seria o estoque anual de madeira morta e quanto esse estoque corresponde do total (biomassa viva + biomassa morta acima do solo) de carbono para F.O.D. Mata Atlântica?
- ✓ Verificar se a biomassa de madeira morta acima do solo varia com a altitude (5-50m e 50-500m) em uma Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) para entender como o estoque de carbono dessa necromassa varia entre os locais, estoque esse que é matéria prima para liberação de CO₂ para atmosfera pelo processo de decomposição.

A liberação de CO₂ via decomposição de madeira morta atrelada a outros processos como respiração da vegetação e decomposição da serapilheira contribuem para compreendermos o potencial da Mata Atlântica como emissora de CO₂.

Material e Métodos

Descrição da área de estudo:

Com quase 315.000 ha, numa extensão que vai desde a divisa de São Paulo com o Rio de Janeiro até Itariri, no sul do estado de SP, o Parque Estadual da Serra do Mar (P.E.S.M.), criado em 1977 através do Decreto

Estadual nº 10.251, representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil. O relevo da região é dominado pela planície costeira, passa pelos morros isolados e serras alongadas da Morraria Costeira, atingindo no seu limite interior as escarpas, festonadas ou com espigões digitados, da Serrania Costeira (Ponçano *et al* 1981).

Devido às suas dimensões, o P.E.S.M. é administrado por Núcleos, que são bases instaladas em áreas de domínio do estado. Neste estudo, foram avaliadas a madeira morta em pé (estoque de carbono) em parcelas implantadas pelo Projeto Temático **“Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar”** (Figura 1) (23°17'-23°34'S, 45°02'-45°11'W), em fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa (F.O.D.) de Terras Baixas, F.O.D. Submontana e F.O.D. Montana.



Figura 1: Localização dos núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar.

Núcleo Picinguaba (23° 31' a 23° 34' S e 45° 02' a 45° 05' W)

Situado no Município de Ubatuba, os cerca de 47.500 ha do Núcleo Picinguaba representam a única porção do Parque Estadual da Serra do Mar que atinge a orla marinha (SMA 1996). Conseqüentemente, o Núcleo apresenta um mosaico vegetacional que inclui Formações Pioneiras com Influência Marinha (Dunas), Formações Pioneiras com Influência Fluvial (Caxetal), Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Marinha (Mangue), Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Mata de Restinga), Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Densa Montana (Assis 1999).

O relevo da região é dominado pela Planície Costeira, passa pelos morros isolados e serras alongadas da Morraria Costeira, atingindo no seu limite interior as escarpas, festonadas ou com espigões digitados, da Serrania Costeira (Ponçano *et al.* 1981). As altitudes no Núcleo Picinguaba variam do nível do mar a 1.340 m. O clima regional é tropical úmido (Cfb), sem estação seca (Setzer 1966), com uma precipitação média anual superior a 2.200 mm. Mesmo nos meses mais secos, de junho a agosto, a precipitação média mensal nunca é inferior a 80 mm.

Avaliamos:

Cinco parcelas de F.O.D. de Terras Baixas: B (33-57 metros de altitudes), C (52-74 metros de altitude), D (43-69 metros de altitude), E (63-88 metros de altitude), F (95-122 metros de altitude, caracterizada como explorada).

Quatro parcelas de F.O.D. Submontana: G (175-197 metros de altitude), H (200-216 metros de altitude), I (325-374 metros de altitude) e J (348-395 metros de altitude).

Coleta de dados:

O estudo de necromassa em pé foi realizado em 8 parcelas de 1 ha (100 x 100m), sendo cinco da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas B (33-57 metros de altitudes), C (52-74 metros de altitude), D (43-69 metros de altitude), E (63-88 metros de altitude), F (95-122 metros de altitude, caracterizada como explorada) e quatro na Floresta Ombrófila Densa Submontana (no sopé da Serra do Mar) G (175-197 metros de altitude), H (200-216 metros de altitude), I (325-374 metros de altitude) e J (348-395 metros de altitude).conforme modificação da classificação de Veloso *et al.* (1991) proposta por Joly & Martinelli (2006).

Para estimar a necromassa em pé foram consideradas todas as árvores mortas em pé com diâmetro na altura do peito (DAP = 1,3 metros de altura) maior que 4,8 cm (ou PAP > ou igual a 15 cm), de acordo com protocolo proposto pelo RAINFOR (Rede Amazônica de Inventários Florestais ver <http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/raifor/>) para estabelecimento de monitoramento de parcelas permanentes em florestas tropicais, procedimento adotado pelo projeto Biota Gradiente Funcional. Foram consideradas ainda as árvores mortas menores que 1,3 m de altura, mas que tivessem diâmetro na maior altura igual ou superior a 4,8 cm.

Todas as árvores mortas em pé foram quantificadas e classificadas a partir da verificação do estado de decomposição da casca de cada indivíduo em quatro classes de decomposição, que possuem diferentes densidades de madeira relacionadas ao estágio de decomposição (Tabela 1).

1. Árvore morta (sem folhas e floema aparentemente seco), em que o processo de decomposição ainda não teve início;
2. Árvore em processo de decomposição iniciado, mas em que os tecidos ainda mantêm sua estrutura, ou seja, árvore sem folha, com floema aparentemente seco e a casca não está “desmanchando”.
3. Árvore em que o processo de decomposição já se encontra em estado avançado e os tecidos já começam a “esfarelar”;
4. Árvore em que os tecidos se esboroam ao simples toque, em fase final de decomposição.

Cálculo da necromassa

Para o cálculo da necromassa, calculou-se a área basal (AB) a partir do raio (r) dos indivíduos ($\pi \times r^2$) e a altura, estimada a olho nu no campo.

Então temos: $V = \pi \times r^2$ (área basal) $\times H$ (altura), tanto área basal como altura em metros e π sendo = 3,1416;

A altura foi corrigida devido a problemas de diferença de estimativas por um fator de correção, $f = 0,818$ (Scaranello) e o raio do tronco também foi corrigido (0,632025 fator de correção) devido sua conicidade (S.A. Vieira, comunicação pessoal).

O volume (V) foi obtido após correções por:

$$V = \pi \times 0,632025 \times (r/100)^2 \times (H^{0,818} / 0,818)$$

$r/100$: para transformar unidade de medida do raio (centímetros) em metros;

Por fim, a necromassa em pé (M) foi determinada pelo produto do volume do madeira morta (V) e a respectiva densidade da classe da madeira morta (ρ): $M = \rho \times V$

As densidades usadas foram as obtidas por Keller et al. (2004) para madeira morta na Floresta Ombrófila Densa na Amazônia oriental (Tabela 1) pois ainda não existem dados de densidade desse tipo para Mata Atlântica.

Tabela 1: Valores de densidade de madeira morta. Os valores de 1 a 4 são para os graus de decomposição para troncos com mais de 10 cm de diâmetro. (Keller et al. 2004)

DC	Densidade (Mg m ⁻³)
1	0,70
2	0,58
3	0,45
4	0,34

As diferenças de valores de necromassa entre as parcelas da Casa da Farinha (parcelas B, C, D e E) e da Fazenda Capricórnio (parcelas G, H, I e J) foram comparadas e testadas por uma análise de variância simples (ANOVA) no programa Systat 11.

Resultados

A biomassa de madeira morta acima do solo variou com a altitude (figura 2). Essa variação foi de 1,14 Mg ha⁻¹ (parcela B, Terras Baixas) a 7,57 Mg ha⁻¹ (parcela J, F.O.D. Submontana) (tabela 2).

Somando todas as parcelas avaliadas em cada fitofisionomia temos que houve uma variação de 8,40 Mg ha⁻¹ (parcelas B,C,D,e E de F.O.D.Terras Baixas) a 18,38 Mg ha⁻¹ (parcelas G,H,I e J de F.O.D. Submontana).

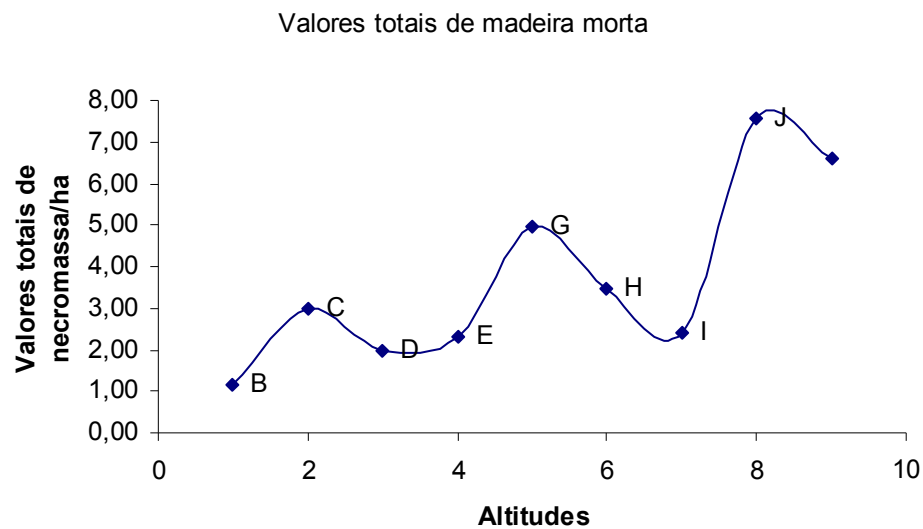


Figura 2: Variação do estoque de madeira morta acima do solo em diferentes altitudes.

A necromassa em pé da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (medianas Casa da Farinha: parcelas B = 0,0214; C = 0,0243; D = 0,0239; E = 0,0245 Mg.ha⁻¹) não diferiu estatisticamente (pelo análise de variância simples, obtivemos p = 0,056) da Floresta Ombrófila Densa Submontana (medianas Fazenda Capricórnio: parcelas G = 0,0146; H = 0,0262; I = 0,0183; J = 0,0237 Mg.ha⁻¹) (figura 3 e tabelas 3).

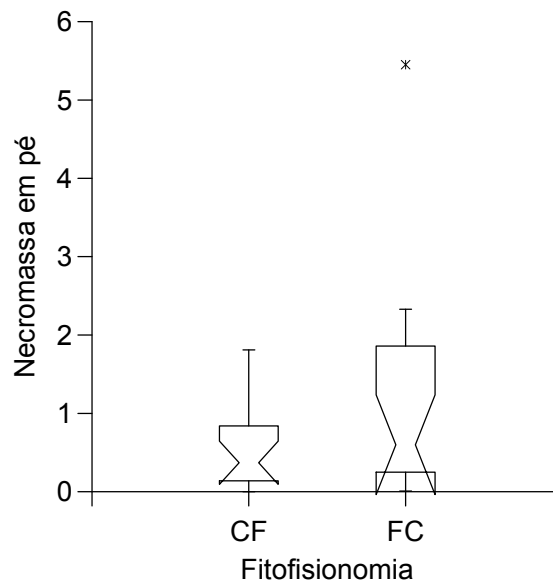


Figura 3: Necromassa em pé (Mg. ha^{-1}) comparada nas duas áreas de estudo. CF = Casa da Farinha, FC = Fazenda Capricórnio. Não há diferença significativa entre as necromassas em pé das parcelas de cada fitofisionomia.(sobreposição dos intervalos de confiança, entre zero e um).

Tabela 3: Valores (Mg. ha^{-1}) mínimos e máximos de necromassa de indivíduos, as respectivas médias e desvios padrão de necromassa nas parcelas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (B, C, D, E) e Floresta Ombrófila Densa Submontana (G, H, I, J).

Parcelas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
B	0,0012	0,1790	0,0439	0,0547
C	0,0028	0,4325	0,0766	0,1112
D	0,0018	0,5912	0,0755	0,1243
E	0,0027	0,5331	0,0826	0,1283
G	0,0016	1,2216	0,0788	0,2206
H	0,0023	1,1903	0,0749	0,1842
I	0,0035	0,6458	0,0630	0,1212
J	0,0015	4,1423	0,1611	0,6091

O número de indivíduos mortos foi menor na F.O.D. Terras Baixas (119) do que na F.O.D. Submontana (194) e por uma análise de variância simples, podemos concluir que há uma diferença significativa ($r^2=0,612$ $F=9.464$ e $p=0.022$) da necromassa entre as duas áreas (figura 4).

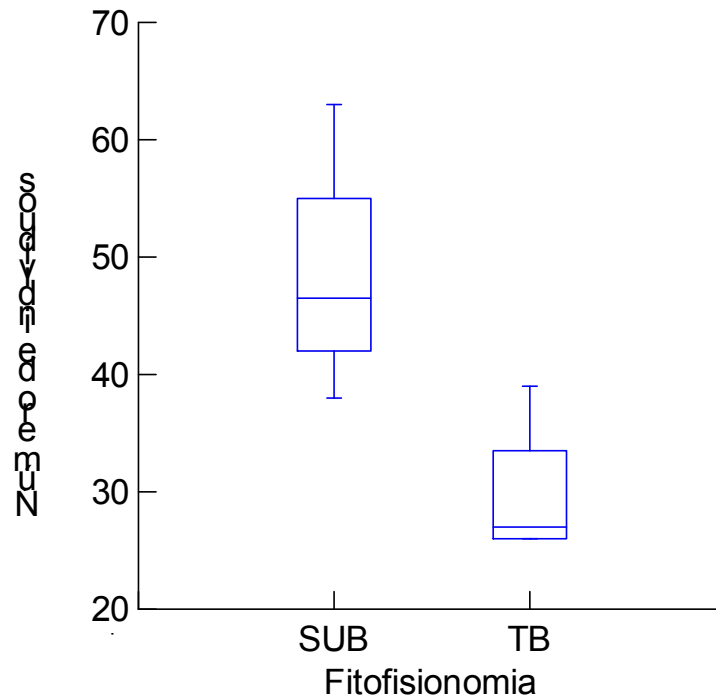


Figura 4: A comparação da necromassa em pé entre as duas áreas, SUB = Fazenda Capricórnio ou F.O.D: Submontana e TB = Casa da Farinha ou F.O.D: Terras Baixas, mostrando que há, realmente, uma diferença significativa entre as duas áreas.

Tabela 4: Área basal (AB em $m^2 \cdot ha^{-1}$) dos indivíduos mortos em pé nas parcelas de cada fitofisionomia.

Fitofisionomia	Parcelas	AB
Terras Baixas	B	0,70
	C	1,72
	D	0,95
	E	1,03
F.O.D.Submontana	G	2,06
	H	1,76
	I	1,07
	J	2,11

Discussão

Segundo Clark *et al.* 2003, há uma fixação de 0,5-1,0 Mg de C por ano das florestas equatoriais. E na Mata Atlântica?

Ao somarmos os valores de necromassa em pé das oito parcelas avaliadas, encontramos um valor total de necromassa de 26,78 Mg. Considera-se que 50% da massa da madeira são equivalentes a carbono (S.A. Vieira, comunicação pessoal), o que nos permite concluir que 13,39 Mg de carbono estão estocados nas madeiras mortas em oito hectares (8 parcelas) ou ainda 1,67 Mg de carbono estocados em cada hectare de Mata Atlântica.

Podemos então afirmar que a capacidade de estoque de carbono da Mata Atlântica é superior à capacidade de estoque das Florestas Equatoriais, pois não estão contabilizados a necromassa caída.

Clark *et al.* 1995, afirma que as florestas tropicais úmidas (como por exemplo, a Mata Atlântica) são caracterizadas por uma heterogeneidade interna, característica presente em nossos resultados. Houve uma grande variação de necromassa não só entre as parcelas, como também houve uma grande variação em cada parcela.

A diferença de necromassa em pé entre as parcelas de mesma fitofisionomia é de 2.5 vezes (F.O.D. Terras Baixas) e 3 vezes (F.O.D. Submontana) diferença pequena quando comparada a diferença de necromassa em pé entre todas as oito parcelas, que chegou a ser de 6,5 vezes.

A diferença entre os valores mínimos e máximos de necromassa dos indivíduos chegou a ser de 2.761 vezes, como é o caso da parcela J. Os valores mínimos e máximos de necromassa em cada parcela puderam ser

visualizados na tabela 3, ou seja, tanto a variação de necromassa entre parcelas, seja considerando parcelas de mesma ou diferentes fitofisionomias, e principalmente a diferença de necromassa dos indivíduos de uma mesma parcela (mesma altitude) representam uma grande heterogeneidade interna.

Algumas atividades antrópicas como extração madeireira ou atividade agropastoril pode reduzir o estoque de carbono do solo de acordo com Palace *et al.* Há, no projeto Biota Gradiente Funcional, uma parcela (F) com histórico de perturbação antrópica por extração e comércio de madeira e atividades agrícolas. Esta parcela é classificada como F.O.D. de Terras Baixas devido sua altitude (90-120 metros de altitude) e está localizada na área da Fazenda Capricórnio, junto às demais parcelas de F.O.D. Submontana.

O valor do estoque de necromassa em pé dessa parcela foi de 1,29 Mg, valor muito próximo aos encontrados nas parcelas de F.O.D. de Terras Baixas da Casa da Farinha, porém mais diferente que as demais parcelas da mesma área (Fazenda Capricórnio). Esse pequeno valor de necromassa encontrado pode estar relacionado à altitude em que esta parcela se encontra (o que justificaria seu valor estar próximo aos valores das parcelas da Casa da Farinha) ou pode estar relacionado ao histórico de uso dessa terra. No entanto, a área da Fazenda Capricórnio como um todo é uma área de vegetação mais densa, com árvores de alto valor de biomassa o que sugere que o estoque de carbono da parcela F seria menor (devido sua altitude), porém mais próximo aos valores das demais parcelas dessa área.

Sendo assim podemos afirmar, como Palace, que o uso do solo pode interferir no estoque de carbono de uma parcela.

A necromassa tem dois componentes: necromassa caída e necromassa em pé e ambos são componentes importantes do ciclo do carbono, porém, correspondem a porções diferentes. No nosso estudo, apenas a necromassa em pé correspondeu a 13% do total do estoque de carbono da F.O.D. Mata Atlântica. Considerando o outro componente, necromassa caída, é possível supor que os números aumentem e aproximem-se dos números propostos por Harmon & Sexton (20-40% do estoque de carbono).

Devido heterogeneidade topográfica da Mata Atlântica, supomos haver uma variação do número de indivíduos mortos, devido alterações das condições do solo entre áreas mais ou menos inclinadas. A necromassa em pé das parcelas de F.O.D. Terras Baixas apresentam valores que variam entre 26 e 28 Mg ha⁻¹, com exceção da parcela C que apresentou 39 Mg ha⁻¹.

O valor da parcela C é muito próximo aos apresentados pelas parcelas de F.O.D. Submontana, que variou de 38 a 63 Mg ha⁻¹, portanto, podemos concordar com Joly & Martinelli (2007) assim como Kubota et al. (2004), os quais afirmaram que a topografia pode afetar densidade e biomassa de árvores, podendo resultar numa maior biomassa em regiões mais íngremes ou em vales, assim como nossos resultados.

Houve variação da biomassa morta acima do solo relacionada à variação de altitude na Floresta Ombrófila Densa Mata Atlântica.

Alguns fatores como a variação do número de indivíduos, área basal destes, topografia local e biomassa, devem ser revistos pois suportam nossos resultados: variação da biomassa morta acima do solo ao compararmos áreas de diferentes altitudes.

Como o número de indivíduos da F.O.D. Submontana supera o número de indivíduos da F.O.D. de Terras Baixas, podemos inferir que ao calcularmos a massa total desses indivíduos, teremos um maior valor de necromassa maior nas áreas de maior densidade.

O cálculo da biomassa dos indivíduos envolve variáveis como área basal, altura e densidade dos indivíduos: quanto maior a área basal, maior será o volume e conseqüentemente a massa. Portanto, nas áreas da F.O.D. Submontana, que apresentaram indivíduos com maior área basal em relação aos indivíduos da F.O.D. Terras Baixas, era esperado que os primeiros possuísem maior biomassa.

Considerando a topografia da área estudada, é possível supor que pequenos deslizamentos de terra (freqüentes na estação mais chuvosa) possam ser um fator que influencie a mortalidade, principalmente dos menores indivíduos (Joly & Martinelli, 2007). Os relevos mais íngremes são os das áreas de F.O.D. Submontana e Montana tendo então maior possibilidade de deslizamentos de terra, fato que pode explicar um maior número de indivíduos mortos encontrados na F.O.D. Submontana em relação às demais áreas que são menos íngremes.

Referências Bibliográficas

ASSIS, M. A. 1999. Florística e caracterização das comunidades vegetais da Planície Costeira de Picinguaba, Ubatuba/SP. Tese de doutoramento, Instituto de Biologia, UNICAMP.

CLARK, D. A., CLARK, D. B., SANDOVAL, R., & CASTRO, M. V. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. **Ecology** 76:2581-2594

CLARK, D. A., PIPER, S. C., KEELING, C. D. & CLARK, D. B. 2003. Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. **Proceedings of the National Academy of Sciences -USA** 100:5852-5857

GRUBB, P.J. 1977. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. **Annual Review of Ecology and Systematics** 8:83–107.

HERWITZ, L.A. & YOUNG, S.S.,. 1994. Mortality, recruitment, and growth rates of montane tropical rain forest canopy trees on Mount Bellenden-Ker, northeast Queensland, Austrália. **Biotropica**, 26, 350-361.

HARMON, M.E., WHIGHAM, J., SEXTON, J. & OLMSTED, I. 1995. Decomposition and mass of wood detritus in the dry tropical forests of the northeastern Yucatan península, México. **Biotropica** 27:305-316.

JOLY, C.A., MARTINELLI, L.A. 2007. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. **II Relatório Anual FAPESP** (Programa BIOTA/FAPESP, Processo No 03/12595-7).

KELLER, M., PALACE, M., ASNER, G. P., PEREIRA, R., SILVA, J. N. M.

2004. Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 10:784-795.

KUBOTA, Y., HIROFUMI, M. & KIKUZAWA, K. 2004. Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. **Journal of Ecology**, 92, 230-240.

LUGO, A.E. & BROWN, S. 1992. Tropical forest as sink of atmospheric carbon. **Forest Ecology and Management** 54: 239-255

MACNALLY, R., PARKINSON, A., HORROCKS, G., CONOLE, L., TZAROS, C., 2001. Relationships between terrestrial vertebrate diversity, abundance and availability of coarse wood debris on south-eastern Australian tree species. **Australian Journal Botany** 51, 27-37.

MALHI, Y. & GRACE, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. **Trends in Ecology and Evolution** 15:332-337.

PALACE, M. Tropical Forest Structure: Ground Measurements of coarse necromass and satellite observations of crown geometry. Capítulo 3: Necromass in Undisturbed and Logged Forests in the Brazilian Amazon.. Universidade de New Hampshire, Dezembro 2006. **Tese de doutorado**.

PHILLIPS, O. L., HALL, P., GENTRY, A. H., SAWYER, S. & VASQUEZ, R.

1994. Dynamics and species richness of tropical rain forest. **Proceedings of the National Academy of Science-USA** 91:2805-2809

PHILLIPS, O. L., MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W. F., NUNEZ, P. V., VASQUEZ, R. M., LAURANCE, S. G., FERREIRA, L. V., STERN, M., BROWN,

S. & GRACE, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science** 282:439-442

PONÇANO, W.L., CARNEIRO, C.D.R., BISTRICHI, C. A, ALMEIDA, F.F.M. & PRADINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo, v.1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

RAINFOR (Rede Amazônica de Inventários Florestais ver <http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/raifor/>)

SALESKA, S.R., MILLER, S.D., MATROSS, D.M., GOULDEN, M.L., WOFSY, S.C., ROCHA, H.R., CAMARGO P.B., CRILL, P., DAUBE, B.C., FREITAS, H.C., HUTYRA, L., KELLER, M., KIRCHOFF, M.M., MUNGER, J.W., PYLE, E.H., RICE, A.H. & SILVA, H. 2003. Carbon in Amazon forests: unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. **Science** 302: 1554-1557

SCARANELLO, M.A. 2007. Métodos de estimativa de altura e sua contribuição na determinação da biomassa arbórea em um gradiente topográfico localizado no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Monografia**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba.

SETZER, J. 1966. Atlas climatológico do estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai. CESP, São Paulo

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 1996. Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. Parte 1. Litoral. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente & CESP

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

WHITMORE, T.C. 1973. Frequency and habitat of tree species in the rain forest of Ulu Kelantan. **Gardens Bulletin of Singapore**, 26, 195-210.

WHITMORE, T.C. 1980. The conservation of tropical rain forest. In: Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective (SOULÉ, M.E. & WILCOX, B.A., eds.). **Sinauer Associates. Sunderland**. p. 303-318.

.