

---

Déborah Moreira Burger

Modelos alométricos para a estimativa da  
fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar,  
SP.

São Paulo

2005

---

Déborah Moreira Burger

Modelos alométricos para a estimativa da  
fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar,  
SP.

Tese apresentada ao Instituto de  
Biociências da Universidade de São  
Paulo, para a obtenção de Título de  
Doutor em Ciências, na Área de  
Ecologia.

Orientador: Prof.Dr.Welington Braz  
Carvalho Delitti

São Paulo

2005

## Ficha Catalográfica

---

Burger, Déborah Moreira  
Modelos alométricos para a  
estimativa da fitomassa de Mata Atlântica  
na Serra do Mar, SP  
112 p.

Tese (Doutorado) - Instituto de  
Biociências da Universidade de São Paulo.  
Departamento de Ecologia.

1. Fitomassa 2. Mata atlântica 3.  
Regressão I. Universidade de São Paulo.  
Instituto de Biociências. Departamento de  
Ecologia.

### Comissão Julgadora:

---

Prof. Dr. Sérgio Tadeu Meireles

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rozely Ferreira dos Santos

---

Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Regina Maria de Moraes

---

Prof. Dr. Welington Braz Carvalho Delitti  
Orientador

---

Ao querido filho André,  
dedico.

## Agradecimentos

---

Agradeço a todos que colaboraram para a realização deste trabalho:

Ao Prof. Dr. Welington Braz Carvalho Delitti, pela orientação, incentivo, confiança e amizade em todos momentos, inclusive nos mais difíceis.

Ao Depto de Ecologia Geral do IBUSP, pela oportunidade de realização do curso, e aos professores, pelos ensinamentos ao longo de todos estes anos.

Ao Prof. Dr. Sérgio Tadeu Meirelles, pelo apoio, pela leitura da versão preliminar deste texto e pelas valiosas críticas e contribuições,

À Prof<sup>a</sup> D<sup>ra</sup> Maria do Rosário de Oliveira Latorre, do Depto de Estatística da Faculdade de Saúde Pública (USP), pela orientação na análise estatística dos dados e leitura da versão preliminar deste texto,

Ao Instituto Florestal, pela indicação da área para o desenvolvimento deste estudo,

Ao Consórcio Imigrantes, por permitir a execução do levantamento de campo na área de construção da rodovia e disponibilizar uma equipe de apoio e equipamentos para o corte das árvores. Em especial, ao Eng. Agr. Maurício Fernando Allegrini, coordenador do Depto de Meio Ambiente do Consórcio Imigrantes, por todo empenho na viabilização do trabalho junto à empresa e ao técnico florestal Jairo Luiz Silveira e equipe, por estarem presentes todos os dias do trabalho de campo,

À Concessionária Ecovias dos Imigrantes, nas pessoas de seus funcionários Jairo L. Silveira e Artaet Arantes da Costa Martins pelo fornecimento de mapas e informações da área de estudo,

Ao Eduardo Luis Martins Catharino e demais pesquisadores do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, pela identificação do material coletado,

Aos funcionários do Depto de Ecologia, Dalva, Bernadete, Luis, e, por tratarem do material no laboratório no tempo em que estive impedida de fazê-lo, agradeço especialmente à Patrícia, Lenilda e Maurício,

Aos colegas e amigos da pós graduação, em especial ao Rodolfo, pela ajuda no trabalho de campo e à Edisa Nascimento, pelo apoio na qualificação,

A toda equipe da Biblioteca, em especial à Nelsita F.C.Trimer e Maria Inês Conte, pela revisão das referências bibliográficas,

Ao aluno Otávio José Cardoso, pela disposição em ajudar a picar e moer material,

Às amigas Daniela C. Guedes, Sonia Aragaki e Maria Margarida F.Melo, por fornecerem informações preciosas de seus trabalhos,

À minha querida família, pelo apoio e incentivo constantes,

Aos meus pais, pelo exemplo, presença e conforto em todas as horas,

Ao Guilherme e ao André, por estarem sempre me lembrando que é preciso parar e aproveitar cada um dos bons momentos da vida.....

A Deus, sempre presente, até nos momentos em que ninguém pode me ajudar....

# Índice

---

|   |    |
|---|----|
| <b>I - Introdução</b>   | 01 |
| Modelos preditores de fitomassa de florestas tropicais  | 02 |
| Aplicação dos modelos para estimativa de fitomassa de florestas tropicais   | 09 |
| A fitomassa da Mata Atlântica   | 12 |
| Objetivos   | 15 |
| <b>II - Material e Métodos</b>  | 16 |
| 1 - Área de estudo  | 16 |
| 2 - Método de amostragem  | 18 |
| 3 - Variáveis de estudo   | 19 |
| 4 - Análise estatística   | 20 |
| 5 - Estimativa de fitomassa de Mata Atlântica a partir da aplicação dos modelos   | 21 |
| 6 - Validação dos modelos para estimativa da fitomassa da mata ciliar do Rio Mogi Guaçu, Itapira – SP                   | 25 |
| <b>III - Resultados</b>   |    |
| 1- Caracterização do estrato arbóreo da vegetação   | 26 |
| 2- Modelagem  | 27 |
| 2.1 - Características da amostra 1, utilizada no desenvolvimento do modelo de predição                                  | 27 |
| 2.2 - Procedimento 1: modelagem com a amostra 1 completa (N=41)   | 28 |
| 2.3 - Procedimento 2: modelagem com dados da amostra 1, após exclusão de “outlier” (N=40)                               | 36 |
| 2.4 - Procedimento 3: modelagem com árvores de pequeno diâmetro ( $d < 6,0\text{cm}$ ) selecionadas da amostra 1 (N=20) | 40 |
| 2.5 - Procedimento 4: modelagem com árvores de grande diâmetro ( $d \geq 20\text{cm}$ ) selecionadas da amostra 1 (N=6) | 48 |

# Índice

---

|   |     |
|---|-----|
| 3- Validação das equações   |     |
| 3.1 - Validação das equações resultantes do procedimento 1  | 56  |
| 3.2 - Validação das equações resultantes do procedimento 2  | 59  |
| 3.3 - Validação das equações resultantes do procedimento 3  | 62  |
| 3.4 - Validação das equações resultantes do procedimento 4  | 65  |
| 3.5 - Validação das equações selecionadas da literatura   | 68  |
| 4 - Seleção dos modelos preditores  | 76  |
| 5 - Estimativa de fitomassa de mata atlântica a partir da aplicação dos modelos                       | 77  |
| 5.1 - Fitomassa de mata atlântica da área de estudo   | 77  |
| 5.2 - Fitomassa da mata atlântica de outras áreas de São Paulo  | 77  |
| 6 – Fitomassa dos compartimentos do estrato arbóreo de mata atlântica                                 | 78  |
| 7 - Validação dos modelos para estimativa da fitomassa da mata ciliar do Rio Mogi Guaçu, Itapira – SP | 81  |
| <b>IV – Discussão</b>   |     |
| 1 - Desenvolvimento dos modelos preditores da fitomassa de mata atlântica                             | 84  |
| 1.1 – Fases da modelagem  | 84  |
| 1.2 – As variáveis utilizadas na modelagem  | 85  |
| 1.2.1 - o diâmetro como variável preditora da fitomassa   | 85  |
| 1.2.2 - a altura como variável preditora da fitomassa   | 86  |
| 1.2.3 - a relação $d^2h$ como variável preditora da fitomassa   | 87  |
| 1.2.4 - a densidade da madeira como variável preditora da fitomassa                                   | 88  |
| 1.2.5 - outras variáveis preditoras da fitomassa  | 88  |
| 1.3 - Tamanho da amostra  | 88  |
| 2 - Aplicação dos modelos preditores de mata atlântica  | 91  |
| 2.1 - Estimativa da fitomassa de diferentes florestas atlânticas                                      | 92  |
| 2.2 - Estimativa do estoque de carbono nas florestas atlânticas                                       | 94  |
| 3 - Distribuição da fitomassa nos compartimentos do estrato arbóreo                                   | 94  |
| 4 - Validação dos modelos para a mata ciliar  | 96  |
| <b>V – Conclusões</b>   | 97  |
| <b>VI – Referências Bibliográficas</b>  | 99  |
| <b>Anexos</b>   | 108 |

## Resumo

---

O objetivo deste estudo foi desenvolver e validar modelos preditores para a fitomassa epigéa da mata atlântica, formação vegetal que cobre a Serra do Mar no estado de São Paulo. Em duas parcelas de 100m<sup>2</sup>, 82 árvores foram cortadas, ao nível do solo, e anotadas suas medidas de altura e diâmetro. As folhas foram separadas dos ramos para determinação do peso fresco da porção foliar e lenhosa. Amostras de cada fração foram secas em estufa a 80° C, até peso constante, para determinação do peso seco. As árvores foram distribuídas em duas amostras aleatórias, sendo uma utilizada para o desenvolvimento das equações de regressão, e a outra para validá-las. Os modelos foram desenvolvidos através da análise de regressão linear simples e múltipla, tendo como variável dependente o peso seco (PS) e, como variáveis independentes a altura (h), o diâmetro (d) e o (d<sup>2</sup>h). A análise de validação foi feita através do coeficiente de correlação de Pearson, teste t-Sudent pareado e através do erro padrão da estimativa. As melhores equações para estimar o peso seco das árvores foram:  $\ln PS = -4,1519 + 1,06068 \ln d^2h$  ( $r^2=0,82$ ;  $s_{y/x}= 0,42$ ;  $r_{ice}=0,92$ );  $\ln PS = -6,7171 + 1,30308 \ln d^2h$  ( $r^2=0,88$ ;  $s_{y/x}= 0,44$ ;  $r_{ice}=0,93$ ) e  $\ln PS = -6,80067 + 3,77738 \ln d$  ( $r^2=0,92$ ;  $s_{y/x}=0,37$ ;  $r_{ice}=0,87$ ).



## Abstract

---

The purpose of this study was develop and validate equations to estimative the aboveground phytomass of the Atlantic Forest, at the Serra do Mar, São Paulo, Southeast Brazil. In two available plots of 100m<sup>2</sup>, 82 trees were cut down at ground level. From each tree height and diameter was determined. Leaves and woody material were separated in order to determine their fresh weights in field conditions. Samples of each fraction were oven dried at 80° C to constant weight to determine their dry weight. The trees data were divided into two random samples. One sample was used for the development of the regression equations, and the validation was done using other one. The models were developed using single and multiple linear regression analysis, where the dependent variable was the dry mass and the independent variables were height (h), diameter (d) and d<sup>2</sup>h. The validation was done using Pearson correlation coefficient, paired t-Student test and standard error of estimation. The best equations to estimate aboveground phytomass were:  $\ln PS = -4,1519 + 1,06068 \ln d^2h$  ( $r^2=0,82$ ;  $s_{y/x}= 0,42$ ;  $r_{icc}=0,92$ );  $\ln PS = -6,7171 + 1,30308 \ln d^2h$  ( $r^2=0,88$ ;  $s_{y/x}= 0,44$ ;  $r_{icc}=0,93$ ) and  $\ln PS = -6,80067 + 3,77738 \ln d$  ( $r^2=0,92$ ;  $s_{y/x}=0,37$ ;  $r_{icc}=0,87$ ).

.

## INTRODUÇÃO

A biomassa constitui um importante aspecto para a caracterização estrutural dos ecossistemas, pois expressa o potencial de acumulação de energia e nutrientes pela biota em interação com fatores ambientais. A biomassa, presente a cada momento, é a resultante das características genéticas de todas espécies, dos fatores bióticos e abióticos e da história de cada ecossistema. Desta forma, constitui-se em parâmetro relevante para a análise e monitoramento dos ecossistemas, bem como para avaliação de impactos, análise de estágios de sucessão e avaliação da capacidade de produção primária, quando se relaciona sua variação ao longo do tempo. Apesar desta relevância, trata-se de um dos aspectos menos conhecidos dos ecossistemas, especialmente os florestais. Modelos específicos para os diferentes ecossistemas florestais são desejáveis, visando minimizar o erro das estimativas de fitomassa (ROCHOW, 1974; McWILLIAN, 1993). No entanto, as restrições impostas pelo método destrutivo dificultam a realização de medidas diretas de biomassa nos diferentes ecossistemas, resultando na inexistência de modelos específicos.

Atualmente, as estimativas de biomassa tornaram-se ainda mais urgentes devido à sua contribuição aos estudos de mudanças globais, já que constitui um parâmetro indispensável para estimativas de reservatórios de carbono. Devido a grande extensão territorial do Brasil, os ecossistemas brasileiros têm um papel significativo no balanço global de carbono, respondendo por 4 a 5% da emissão total de carbono para a atmosfera (SCHROEDER; WINJUM, 1995). No entanto, a precisão das estimativas de estoque e taxas de fixação de carbono dependem da estimativa adequada da biomassa de cada tipo de ecossistema.

Para o estudo da fitomassa é necessário efetuar o corte da vegetação de uma área cujo tamanho varia de acordo com as características do ecossistema. Clark e Clark (2000) sugerem que, para florestas tropicais úmidas, áreas de 0,35 a 0,5ha seriam grandes o suficiente para amostrar a variabilidade da biomassa dessas florestas e pequenas a ponto de permitirem replicação, para que os resultados sejam estatisticamente significativos. Nas regiões tropicais, a escassez de dados é muito grande, havendo uma estimativa de Brown *et al.* (1989) de que as áreas onde a biomassa havia sido determinada diretamente era inferior a 30 ha. No Brasil, são igualmente escassas as pesquisas sobre este tema, podendo ser referidos os trabalhos de Delitti e Meguro (1984), Delitti (1997), Castro e Kauffman (1998) e Abdala *et al.*

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

