

**Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono
de uma Floresta Secundária em Minas Gerais**

República Federativa do Brasil

Luís Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Diretores Executivos

Embrapa Solos

Doracy Pessoa Ramos

Chefe Geral

Maria Aparecida Sanches Guedes

Chefe Adjunto de Administração

Celso Vainer Manzatto

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2003

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 20

Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono de uma Floresta Secundária em Minas Gerais

Jorge Araújo de Sousa Lima
Ciríaca Arcângela Ferreira Santana do Carmo
Andreia Kindel
Paulo Emílio Ferreira da Motta

Rio de Janeiro, RJ
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

CEP: 22460-000

Fone:(21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Regina Delaia*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

1ª edição

1ª impressão (2003): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Estimativa de biomassa e carbono de uma floresta secundária em Minas Gerais / Jorge Araújo de Sousa Lima... [*et al.*]. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003.

18 p. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 20)

ISSN 1678-0892

1. Biodiversidade. 2. Mata Atlântica - Seqüestro de carbono. I. Lima, Jorge Araújo de Sousa. II. Carmo, Círiaca Arcângela F. de Santana do. III. Kindel, Andreia. IV. Motta, Paulo Emílio Ferreira da. V. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). VI. Série.

CDD (21.ed.) 551.55

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados da Discussão	13
Conclusões	15
Referências Bibliográficas	15

Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono de uma Floresta Secundária em Minas Gerais

Jorge Araújo de Sousa Lima¹

Ciríaca Arcângela Ferreira Santana do Carmo¹

Andreia Kindel²

Paulo Emílio Ferreira da Motta¹

Resumo

Em virtude das preocupações mundiais com as quantidades acumuladas de gases de efeito estufa na atmosfera, 175 países assinaram, durante a ECO 92, no Rio de Janeiro, relatório sobre o Painel de Mudanças Climáticas, indicando a necessidade de reduzir as emissões desses gases. Um dos mecanismos, com essa finalidade que tem despertado grande interesse é o financiamento de grandes plantios de árvores visando o seqüestro de quantidades significativas de carbono através da fotossíntese. Tendo em vista que a legislação brasileira de meio ambiente determina a manutenção de uma reserva legal de pelo menos 20% de vegetação natural nas propriedades rurais do sudeste e, considerando-se a forte atividade agropecuária dessa região onde, na paisagem rural, predominam pastos, cultivos e reflorestamentos com *Eucalyptus* a recuperação das áreas de reserva legal pode atingir escala de interesse, além de contemplar demandas por uma maior proteção da biodiversidade. O presente estudo apresenta estimativas de biomassa e estoque de carbono de uma floresta secundária de cerca de 37 anos por meio de medições diretas, utilizando o método da árvore média. O estudo fitossociológico apontou sete espécies cujas árvores representam cerca de 80,5% de dominância e 77,9% de densidade do sítio, sendo Canudo de Pito, (*Mabea fistulifera* – *Euphorbiaceae*)

¹ Eng. Agr. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024. CEP 22460-000. RJ. E-mail: jorge@cnps.embrapa.br; ciriaca@cnps.embrapa.br; motta@cnps.embrapa.br

² Bióloga – Pesquisadora Associada convênio FAPERJ Embrapa. Endereço eletrônico: akindel@cnps.embrapa.br

a espécie arbórea dominante. Obtiveram-se, para biomassa, estimativas de 64.005 Kg.ha⁻¹ por densidade e, por dominância, 66.127 Kg.ha⁻¹. A esses totais correspondem, respectivamente, em quantidades de carbono, 28.802 Kg.ha⁻¹ e 29.757 Kg.ha⁻¹.

Termos de Indexação: Biodiversidade; Mata Atlântica; Fitossociologia.

Biomass and carbon estimates of a secondary forest in Minas Gerais, Southeastern Brazil

Abstract

*Global concerns about the actual contents of greenhouse gases in the atmosphere lead 175 countries to sign, during ECO 92, in Rio de Janeiro, report on the Panel of Climatic Changes. This report has evidenced the necessity to reduce emissions of those gases. For that, one of the mechanisms that has been receiving attention is the financing of large scale plantings of trees capable to sequest significant amounts of carbon through the photosynthesis. As in Brazil the environment legislation determines that the rural properties have to preserve, at least, 20% for the natural vegetation in the southeastern states, once the strong agricultural activity of the Brazilian southeast converted the original landscape to pastures, annual cultivations, cash crops and reforestations with Eucaliptus, the restoration of that legal area can reach important scale. The present study shows biomass and carbon estimates of a secondary forest of about 37 years through direct measurements, using the method of the mean tree. The botanic study pointed up seven species whose trees represent about 80,5% of dominance and 77,5% of density of the site, being *Mabea fistulifera*–Euphorbiaceae the dominant species. Estimates of biomass through density reached up to 64.005 Kg.ha¹ and 66.127 Kg.ha¹ through dominance. These totals correspond, respectively, in amounts of carbon, up to 28.802 Kg.ha¹ and 29.757 Kg.ha¹.*

Index terms: Biodiversity; Atlantic Coastal Forest; Phytosociology.

Introdução

O acúmulo de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera atingiu magnitude expressiva, levando as principais instituições internacionais de pesquisa ambiental e organismos multilaterais a dar o alerta sobre as possíveis conseqüências do aumento de temperatura da Terra, especialmente sobre todas aquelas populações que vivem ao nível do mar.

Em virtude dessas preocupações, cerca de 175 países assinaram, durante a Eco 92, no Rio de Janeiro, o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, que decidiu responsabilizar um grupo de 29 países industrializados pelos encargos financeiros conseqüentes de suas emissões, além de terem que reduzi-las. Entretanto, a necessidade desses países em flexibilizar essas reduções, devido a grande dependência econômica de fontes fósseis de energia, resultou na Conferência das Partes realizada em 1997 no Japão (Kyoto). Decidiu-se que os países desenvolvidos poderiam compensar as reduções de suas emissões financiando, nos países em desenvolvimento, atividades capazes de seqüestrar quantidades significativas de carbono. Foi, então, desenvolvido o conceito de um mercado, em vias de implantação, para a negociação de créditos de carbono. Levando-se em conta que as plantas fixam o gás carbônico da atmosfera, grandes plantios de árvores comerciais bem como a restauração de ambientes florestais em grande escala, poderiam ser incentivados e negociados nesse mercado (Nani, 2002).

Uma alternativa para o seqüestro de carbono com potencial de atingir escala de interesse que, além disso, atende as demandas por maiores níveis de proteção à biodiversidade nos ecossistemas tropicais, é o incentivo à formação e preservação de vegetação secundária no sudeste brasileiro, região do país onde o meio ambiente foi fortemente impactado por atividades agropecuárias.

O presente trabalho tem por foco a Zona da Mata de Minas Gerais onde, de acordo com IBGE (2003), apenas 0,11% encontra-se sob vegetação natural. Assim, seriam necessários, para cobrir os 20% de reserva legal previstos na legislação, no mínimo, mais cerca de 132.786ha de vegetação arbórea (Tabela 1), descontadas as áreas de lavouras permanentes e as de matas e reflorestamentos que podem ser incluídas na área de reserva legal, dependendo do tamanho da propriedade BRASIL (2003a; 2003b).

De acordo com as atuais informações a respeito do mercado de “commodities ambientais”, o preço da tonelada de carbono seqüestrado varia entre 5 e 10 dólares (Tonelada..., 2003). Considerando esses preços, somente com a recuperação das áreas de reserva legal na Zona da Mata de Minas Gerais, poder-se-ia captar receita de interesse para incentivar a formação e preservação dessas áreas.

Tabela 1. Distribuição do uso da terra na Zona da Mata de Minas Gerais em hectares e em porcentagem em 1996.

Uso da terra	Área (ha)	Área (%)
Lavouras permanentes	218.098,69	0,08
Área de Lavouras Permanentes não inseríveis na Reserva Legal)	(176.713,78)	0,06)
Lavouras temporárias	227.535,09	0,09
Pastagens plantadas	372.809,45	0,14
Pastagens naturais	1.287.686,51	0,49
Matas e florestas naturais	302.825,22	0,11
Matas e florestas artificiais	43.364,73	0,02
Terras produtivas não utilizadas	42.002,49	0,02
Terras inaproveitáveis	107.481,37	0,09

Fonte: IBGE, 1996.

No presente trabalho apresentam-se estimativas do estoque de biomassa e carbono acima do solo, de uma floresta secundária formada em uma condição típica da região, que seria recomendável para área de reserva legal, (terço superior e topo de morro), em uma fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG.

Material e Métodos

Os trabalhos de campo foram realizados na Fazenda Experimental do Vale do Piranga, pertencente à EPAMIG, no município de Oratórios, Estado de Minas Gerais. A fazenda está localizada a 20°30'S de latitude e 43°00'W e longitude, e a uma altitude de, aproximadamente, 500 m em relação ao nível do mar. Segundo o sistema de Köppen, o clima da região varia do tipo Cwa, tropical úmido, a Aw, semi-úmido, com verões quentes, sendo a média anual das temperaturas máximas de 21,8°C e, a média das mínimas de 19,5°C com precipitação média anual de 1.250 mm.

O solo foi caracterizado por meio de análises pedológicas em trincheiras, baseando-se no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 1999), tendo sido classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico. Sua formação tem por base o intemperismo de Gnaise do complexo cristalino que data do Pré-cambriano. Apresenta erosão ligeira laminar sendo acentuadamente drenado. A textura é argilosa, o horizonte A é moderado, sendo não pedregoso, não rochoso, com relevo regional forte ondulado e fase Floresta Tropical Subcaducifólia ou, de acordo com IBGE (1992), Floresta Estacional Semidecidual Submontana.

A vegetação estudada é parte de uma capoeira de cerca de 35 ha que se estende pelo terço superior da colina que percorre setores internos e limítrofes da fazenda. Entrevistas com os empregados mais antigos permitiram indicar o ano de 1965 como sendo o de início da sucessão quando, logo após extração de madeira da mata original, ateou-se fogo as árvores remanescentes para o plantio de café, que terminou não acontecendo. Visando futuras comparações, o estudo foi desenvolvido próximo a um cultivo adulto de seringueiras.

Demarcaram-se quatro parcelas de 50 x 20 m, com auxílio de bússola, procurando-se manter a direção do nível, sendo duas em cada lado da colina. Todas as árvores com diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), maior ou igual a 5 cm, foram identificadas, no campo e no laboratório, com amostras dendrológicas, pelo menos ao nível botânico de família. As medidas de fitomassa foram realizadas por método direto, abatendo-se uma árvore com dimensões médias (Pardé, 1980) dentre as espécies de maior densidade (n° de árvores/ha), (Tabelas 2 e 3).

Pedaços das árvores de até 10 Kg foram cortados com motosserra e pesados no campo. As medições foram compartimentadas em "tronco" (do piso ao topo), "galho grosso" (> 2 cm), "galho fino" (< 2 cm) e "folha". A estimativa de peso seco de cada compartimento foi obtida após a secagem de amostras, por compartimento, em estufa a 65°C , com aeração forçada, até atingir peso constante.

Para as estimativas de biomassa multiplicou-se para cada população, as medidas de peso seco total obtido para o indivíduo abatido. A biomassa total da capoeira foi estimada interpolando-se a 100% os totais obtidos para dominância (área basal em m^2/ha) e densidade das sete espécies. Para as estimativas de carbono utilizou-se um fator de conversão de 0,45, indicado para florestas secundárias (Fearnside, 1996).

Tabela 2. Identificação botânica das espécies mais representativas do sítio.

Nome vernacular	Espécie	Família
Angico Vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i>	<i>Mimosaceae</i>
Canudo de Pito	<i>Mabea fistulifera</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Espeto	<i>Casearia sp</i>	<i>Flacourtiaceae</i>
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Caesalpinaceae</i>
Pau Fumo	<i>Criptocarpa macroflora</i>	<i>Compositae</i>
Pau Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	<i>Mimosaceae</i>
Pimenteira	<i>Xylopia sericea</i>	<i>Annonaceae</i>

Tabela 3. Peso seco de biomassa (Kg), total e relativo, por compartimento, por espécie e totais, dominância (Do) e densidade (De) relativa por espécie e por hectare.

Espécies	tronco	galho grosso	galho fino	folha	total/arv	total/ha	Do (%)	Do (m ²)	De (%)	De
<i>Canudo de Pito</i>	44,2	3,6	0,8	3,9	52,5	25972,8	26,4	4,5	40,2	495,0
<i>Espeto</i>	27,5	1,3	1,0	0,9	30,6	3444,4	6,7	1,1	9,1	112,5
<i>Garapa</i>	53,3	2,4	2,0	3,5	61,1	6264,7	11,5	2,0	8,3	102,5
<i>Jacaré</i>	94,3	35,3	6,1	8,6	144,3	10461,3	17,3	2,9	5,9	72,5
<i>Pau Fumo</i>	10,7	0,0	1,2	0,8	12,6	821,1	2,7	0,5	5,3	65,0
<i>Angico Vermelho</i>	38,3	6,0	5,7	5,0	55,0	3572,0	14,4	2,5	5,3	65,0
<i>Pimenteira</i>	13,4	1,2	2,3	3,5	20,4	970,2	1,4	0,2	3,9	47,5
Estimativas gerais										
Soma	281,6	49,8	19,1	26,0	376,5	51506,5	80,5	13,7	77,9	960,0
Percentual	74,8	13,2	5,1	6,9						
Todas espécies							64005,2*	17,0	66126,9*	1232,5

Fonte: Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2002. (*) Estimado por extrapolação simples a 100% a partir de Do (80,5%) e De (77,9%).

Resultados e discussão

O estoque de biomassa seca variou um pouco em relação ao critério utilizado. Por densidade de árvores foi de 64.005,2 Kg.ha⁻¹ e, por dominância, de 66.126,9 Kg.ha⁻¹ (Tabela 2). Esses totais correspondem, respectivamente, em quantidades de carbono, 28.802,3 Kg.ha⁻¹ e 29.757,1 Kg.ha⁻¹.

Os valores obtidos, embora inferiores, estão próximos daqueles registrados por Drummond et al., (1996), para uma floresta secundária, igualmente de Mata Atlântica, mas de 26 anos, ("Mombaça"), porém com origem em um corte raso, o que pode ser causa da maior taxa de crescimento, devido à brotação de tocos, enquanto que no caso presente, (37 anos), a vegetação original foi destruída pelo fogo ateadado a época em que se planejou a implantação de cultivo de café, que terminou por não acontecer.

Estimativas obtidas na Amazônia por Nelson et al., (2000) também não ficam distantes, contudo o autor aponta exemplos onde a intensidade de uso da terra e o tempo em que ficou exposto à exploração são causas determinantes de variação expressiva nesses valores, havendo casos de acumulação de fitomassa até 10 vezes mais rápida, ou ainda menores, na Amazônia.

Um aspecto de possível restrição ao crescimento da floresta secundária deste caso, pode ser o acentuado efeito de borda, já que a forma relativamente estreita (Figura 1), implica numa maior relação perímetro de borda/área. Assim obtém-se um maior proporção das condições microclimáticas próprias da borda que limita o estabelecimento de espécies arbóreas mais adaptadas as condições de subbosque e favorece a abundante regeneração de espécies pioneiras e cipós (Laurance & Yensen, 1991).

A notável presença, amplamente dominante, de Canudo Pito nas condições do sítio presente (efeito de borda e baixa fertilidade do solo), permite caracterizar essa espécie como uma pioneira de valência ecológica potencialmente importante. Avaliando sua contribuição a estrutura da floresta em conjunto com as seis espécies de maior abundância, atingiu-se 77,9% da densidade e 80,5% da dominância arbórea do sítio, dos quais, respectivamente, 40,2% e 26,4% são contribuições de Canudo de Pito (Tabelas 2 e 3).



Figura 1. Tronco de Pau Jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) sendo serrado para pesagens.

Entre os compartimentos observados obteve-se o maior peso médio relativo do compartimento “tronco”, (3/4 do total), seguido por “galho grosso”, “folha” e “galho fino”, considerando-se, em conjunto, as espécies avaliadas (Tabela 3). Entretanto houve as seguintes variações relevantes: Pau Fumo não apresentou “galho grosso”, Pimenteira apresentou mais “galho fino” do que “galho grosso” enquanto Pau Fumo, Espeto e Garapa, apresentaram mais “galho fino” do que “folha” (Tabela 3). Essas variações contrastam as espécies, dão uma idéia do estágio fenológico em que se encontravam no momento desse estudo e, principalmente, indica como a biomassa tende a se distribuir na estrutura física da floresta.

A época em que se fez o estudo de campo, novembro, início de período chuvoso, a maioria das árvores da mata, incluindo as abatidas, estavam com folhagem abundante, algumas com flores e uma em início de frutificação (Garapa). Se fosse realizado no período de estiagem, certamente o ciclo fenológico afetaria esses resultados sem, entretanto alterar significativamente a contribuição geral de “tronco” e “galho grosso”, que, em conjunto respondem por 88% da fitomassa do sítio.

Conclusões

As estimativas de fitomassa e estoque de carbono obtidas apontam valores relativamente baixos, embora não estejam longe do que se espera para florestas secundárias do sudeste brasileiro.

A presença dominante de Canudo de Pito no sítio estudado, onde o solo é de baixa fertilidade e o efeito de borda é importante, sugere a possibilidade do uso dessa espécie como pioneira em programas de recuperação da vegetação natural em solos de baixa fertilidade.

Referências Bibliográficas

DRUMMOND, M. A.; BARROS, N. F.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A. Alterações fitossociológicas e edáficas na Mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.20, n.4, p.451-466, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FEARNSIDE, P. Amazonian deforestation and global warming: Carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 80, p. 21-34, 1996.

BRASIL. Leis e decretos. **Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Coordenação de Monitoramento e Controle Florestal - COMON. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/>. Acesso em: 26 jun. 2003a.

BRASIL. Leis e decretos. **Medida provisória nº. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001**. Altera os artigos 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Coordenação de Monitoramento e Controle Florestal - COMON. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/>. Acesso em: 26 jun. 2003b.

IBGE. Diretoria de Geociências. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p. (Serie Manuais Técnicos em Geociências, 1).

IBGE. **Censo Agropecuário 1996**. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Tabela 318, Utilização das terras na mesoregião geográfica Zona da Mata - MG em hectares). Acesso em: 26 jun. 2003.

TONELADA de carbono seqüestrado já está estimada de US\$ 5 a US\$ 10. **Jornal do Meio Ambiente**, Disponível no site: <http://www.jornaldomeioambiente.com.br> Acesso em 26 de junho de 2003.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Essex, v. 55, p. 77-92, 1992

NANI, S. Quem será beneficiado pelos créditos de carbono? ANBio 2001. Disponível em: http://www.anbio.org.br/bio/biodiver_art77.htm. Acesso em: 29 ago. 2002.

NELSON, R. F.; KIMES, D. S.; SALAS, W. A.; ROUTHIER, M. Secondary forest age and tropical forest biomass estimating using thematic mapper imagery. **Bioscience**, Washington, v. 50, n.5, p. 419-431, 2000.

ELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE - Diretoria de Geociências, 1991. 123 p.