

Estoque de carbono em um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de Ribeirão Grande, São Paulo

Carbon storage in a fragment of semideciduous seasonal forest in Ribeirão Grande, São Paulo, Brazil

Lindomar dos Santos Carvalho¹

Roberta Macedo Cerqueira²

Glauce Vitor da Silva³

Elis Ribeiro Magno Silva²

RESUMO

As florestas são consideradas grandes reservatórios de carbono, tendo em vista sua capacidade para remover o CO₂ da atmosfera. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a biomassa e o estoque de carbono da cobertura vegetal de uma área de 0,7 hectares no município de Ribeirão Grande, São Paulo. Foram utilizados os dados de um levantamento florístico e fitossociológico realizado em 70 parcelas com dimensões 10 m x 10 m, onde foram amostrados 1 653 indivíduos arbóreos, pertencentes a 175 espécies e 50 famílias. Através da aplicação de equações alométricas, o presente estudo estimou que o carbono total na área de estudo corresponde a 96,74 t C ha⁻¹. Conclui-se que tal estoque de carbono é compatível com o encontrado em outras áreas, independentemente da localização e outros fatores, servindo de referência para futuros levantamentos. O estudo pode ser utilizado como um instrumento para a tomada de medidas preservacionistas que garantam a integridade da floresta e sua biodiversidade.

Palavras-chave: Aquecimento global. Equações alométricas. Sumidouro de carbono.

¹ Servidor Público. Capão Bonito, SP, Brasil.

² Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Travessa Enéas Pinheiro, 2626, Marco, 66095-100, Belém, PA, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.M. CERQUEIRA. E-mail: <romacedo1976@yahoo.com.br>.

³ Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Faculdade de Turismo. Belém, PA, Brasil.

ABSTRACT

Forests are considered big carbon reservoirs given their capacity to remove CO₂ from the atmosphere. This paper aims to present the biomass and carbon storage of a vegetation area of 0.7 hectare in Ribeirão Grande, São Paulo. The study used the data from a floristic and phytosociological survey conducted in 70 plots measuring 10 m x 10 m, which sampled 1,653 individuals belonging to 175 species and 50 families. Allometric equations were then used to estimate the total carbon in the study area, which corresponded to 96.74 t C ha⁻¹. In conclusion this carbon storage is compatible with that found in other areas, regardless of location and other factors, serving as a reference for future surveys. Such study can be used as a tool for making preservationist decisions to ensure forest integrity and its biodiversity.

Keywords: Global warming. Allometric equations. Carbon storage.

INTRODUÇÃO

O efeito estufa é um processo natural que mantém em níveis relativamente constantes a temperatura da Terra. Entretanto, a elevação da temperatura média do planeta, ou seja, o aumento do efeito estufa é resultante do acúmulo de gases capazes de reter calor. Um dos principais gases de efeito estufa é o dióxido de carbono (CO₂), resultante do processo de decomposição da matéria orgânica e de todo e qualquer processo de combustão. Segundo especialistas, o aumento do efeito estufa pode causar sérias mudanças climáticas e, como consequência, alterações ambientais. Por essa razão, tem-se buscado estimular o sequestro de carbono (C) (Ohse et al., 2007).

Um dos papéis mais importantes desempenhados pelas florestas é a fixação do gás carbônico, via fotossíntese, na biomassa viva das árvores (Buckeridge & Aidar, 2002). Portanto, as florestas são consideradas sumidouros de carbono, uma vez que este fica estocado nestes reservatórios naturais (Soares et al., 2005). Entretanto, da mesma forma que elas absorvem o CO₂ da atmosfera, pelo processo fotossintético, o CO₂ é também emitido pelas florestas através da respiração, morte e decomposição das plantas. Sabe-se ainda que as florestas trocam CO₂ com o ambiente por meio de processos como emissões associadas a distúrbios como fogo, o desfolhamento por diversas causas e à exploração florestal. As mudanças nos estoques

líquidos de carbono determinam se um ecossistema florestal será uma fonte ou sumidouro do carbono atmosférico (Nobre & Nobre, 2002).

Neste cenário, uma floresta jovem, que esteja crescendo de forma acelerada, sequestra maiores volumes de carbono quando comparada à floresta madura (Ribeiro, 2007). Já a floresta madura atua como um reservatório, estocando carbono, mesmo que não esteja passando por um crescimento líquido. Assim, uma floresta jovem estoca menos carbono quando comparada a uma floresta madura, mas sequestra mais carbono da atmosfera ao longo do tempo. De acordo com Soares et al. (2005), embora as florestas possam desempenhar importante papel na captura do CO₂ atmosférico, a atividade florestal também é responsável pelo aumento da concentração desse gás. De acordo com o uso da floresta, todo o carbono acumulado é devolvido à atmosfera, por exemplo, na combustão da madeira para sua transformação em carvão ou no processo de polpação para a produção de papel.

Neste sentido, a quantificação do carbono torna-se importante porque, durante a existência dessas florestas, são imobilizadas quantidades diferenciadas de carbono da atmosfera nos diferentes componentes da planta. Saidelles et al. (2009) afirmam que, em florestas plantadas, a captura e fixação de carbono ocorreram em maior proporção na madeira do que nos demais componentes da biomassa. Ao calcularem as concentrações de carbono estocado nos diferentes compartimentos das plantas, Saidelles

et al. (2009) encontraram uma estocagem na seguinte proporção: 64% na madeira, 11% na raiz, 9% na casca, 7% nos galhos vivos e 4% nos galhos mortos e nas folhas. Entretanto, Higuchi *et al.* (1998) afirmam que as concentrações médias de carbono estão 48% no tronco, 48% no galhos grossos, 47% nos galhos finos e 39% nas folhas.

O papel das florestas tropicais nos ciclos biogeoquímicos, especialmente o do carbono e a sua relação com o efeito estufa, tem aumentado o interesse em estimativas da biomassa nestas florestas (Lacerda *et al.*, 2009). Como consequência, o estudo de metodologias para estimar a biomassa de florestas tropicais tem sido objetivo de diversos trabalhos (Lima *et al.*, 2002; 2003; Melo & Durigan, 2006; Velasco & Higuchi, 2007; Vieira *et al.*, 2008; Cunha *et al.*, 2009; Lacerda *et al.*, 2009; Sidelles *et al.*, 2009; Tanizake *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2013). Tais estudos apontam que as florestas tropicais representam grandes reservatórios de carbono, embora sua contribuição quantitativa ainda se encontre sob investigação.

Neste cenário, descobertas recentes provenientes da avaliação de mudanças nos estoques de biomassa (Phillips *et al.*, 1998) ou de medições diretas da troca líquida total do ecossistema (Grace *et al.*, 1995) apontaram o importante papel das florestas tropicais como um sumidouro significativo de carbono ($0,62 \pm 0,37 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, e até $5,9 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, respectivamente). Phillips *et al.* (1998) sustentam que as florestas tropicais úmidas têm um papel importante no ciclo global do carbono, contemplando aproximadamente 40% do carbono estocado na biomassa terrestre, e são responsáveis por 30 a 50% de toda a produtividade terrestre. Lacerda *et al.* (2009) estimam que o estoque de carbono em uma árvore seja de 48 a 50% de sua biomassa seca.

O Brasil apresenta uma faixa considerável do seu território composto por florestas nativas, as quais pertencem a diversos biomas. Dentre eles, a Mata Atlântica *sensu lato* (Joly *et al.*, 1992) ou Domínio Atlântico (Galindo-Leal & Câmara, 2005) destaca-se pelo seu potencial de estabelecimento de projetos que visem a recompor suas áreas degradadas

(Tambosi *et al.*, 2014) e, ao mesmo tempo, gerar créditos de carbono.

A Mata Atlântica *sensu lato*, um mosaico de biodiversidade brasileira, é composta de vários tipos de vegetação, distribuídos ao longo de 27 graus de latitude sul, com grandes variações de altitude, longitude, condições edáficas e climáticas. Como um verdadeiro *hotspot*, a Mata Atlântica brasileira tem níveis excepcionais de biodiversidade, que estão sob enorme pressão humana. Uma longa história de exploração dos recursos eliminou a maioria dos ecossistemas naturais e sua biodiversidade, restando entre 8 a 11% da extensão original da floresta (Pinto & Brito, 2005; Ribeiro *et al.*, 2009).

No estado de São Paulo, levantamentos recentes da cobertura vegetal mostram que restam apenas 12% da área ocupada pela vegetação nativa original, sendo que menos de 5% são efetivamente cobertas com florestas nativas com baixo grau de perturbação antrópica (Lacerda *et al.*, 2009).

O presente estudo teve como objetivo estimar a biomassa aérea e o estoque de carbono em um fragmento de floresta estacional semidecídua, numa área de mata nativa localizada no entorno de um empreendimento de mineração de calcário. As seguintes questões foram levantadas para a realização deste estudo: (a) a vegetação do entorno da área de mineração pode funcionar como um grande reservatório ou estoque de carbono para compensação das emissões produzidas pelas próprias atividades minerárias?; (b) o estoque de carbono encontrado na área pode ser compatível com o estoque de carbono encontrado em outras áreas de vegetação semelhante, independentemente da localização e possíveis fatores de perturbação?

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de mata nativa em zona de transição entre a Floresta

Omrófila Densa Atlântica (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012) e a Floresta Estacional Semidecídua (Nave, 2005), localizada próxima a uma mina de extração de calcário, denominada Mina Limeira (Figura 1), no Município de Ribeirão Grande (SP), Brasil. Situando-se a uma latitude de 24°05'57"S, longitude de 48°21'55"W, a uma altitude média de 690 m, a área apresenta solo da classe Argissolo Vermelho-Amarelo e solos aluviais nas baixas vertentes. O clima da região é classificado de Cfa segundo Koppen, sendo uma região de transição climática entre o clima tropical quente, das latitudes baixas, e o temperado mesotérmico, das latitudes médias, com influência da altitude (Baider, 1999).

O empreendimento Mina Limeira (pertencente a uma grande empresa mineradora) atua na exploração de metacalcários e argila para a produção de cimento. Obedecendo às condições legais para o desenvolvimento das atividades de exploração de calcário, a empresa dispõe de Licenças Ambientais e do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), requisitos imprescindíveis para a realização de suas atividades. O empreendimento está localizado nas proximidades de importantes Unidades de Conservação do Estado de São Paulo (Vale do Ribeira), as quais representam um dos principais acervos de biodiversidade do referido estado, inclusive por possuir características da zona de transição entre a Floresta Ombrófila



Figura 1. Área de coleta (contínuo de vegetação) com a posição das faixas (I, II, III, IV, V, VI e VII) onde estão instaladas as parcelas para acompanhamento da vegetação na Floresta Estaciona Semidecídua em Ribeirão Grande. A área destacada em vermelho trata-se da Mina Limeira.

Fonte: Google Earth (imagem de domínio público).

Densa Atlântica para a Floresta Estacional Semidecídua (Nave, 2005). O entorno de toda a área de mineração é ocupada por vegetação nativa preservada e monitorada constantemente quanto às suas características estruturais e florísticas.

Amostragem experimental

Na área de estudo, foram instaladas 70 parcelas de 10 m x 10 m cada, totalizando uma área de 0,7 ha, ao longo da vegetação do entorno do empreendimento. Foram alocadas sete faixas com uma largura de aproximadamente 20 m cada, as quais partem do limite máximo que a Mina Limeira irá atingir e seguem em direção ao *continuum* de vegetação, distando entre si em 10, 20, 40, 80, 160, 320 e 640 m (Nave, 2007). Tendo a “Estrada do Boituva” e a “Trilha da Jaguatirica” como base, nos locais onde as faixas interceptavam a estrada e posteriormente a trilha, considerou-se 250 m para o lado direito e 250 m para a esquerda da faixa para determinar a área de amostragem (Nave, 2007). Dessa forma, a área amostral para cada faixa consistiu de 440 m de comprimento por 20 m de largura. Nestas parcelas foram plaqueteadas todas as árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) $\geq 4,78$ cm. Este DAP foi escolhido para a realização do monitoramento ambiental por ser mais recorrente nos estudos de fitossociologia do estado de São Paulo e permitir comparações com outras áreas amostradas de formação florestal semelhante. As árvores mortas também foram desconsideradas, uma vez que estas não representam sumidouro, mas fonte de CO₂. A classificação das famílias segue a *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009) e a grafia dos nomes científicos e autores segue a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza et al., 2012). A partir de medições e registros pela equipe executora, foi gerada uma tabela com dados dendrométricos como número de indivíduos, família, espécie, DAP e H (altura) das espécies. Os dados dentro das parcelas são coletados anualmente (trata-se de uma área de monitoramento ambiental). Foram utilizados para o cálculo de biomassa aérea viva e estoque de carbono deste trabalho os dados coletados por Gil et al. (2012).

Aplicação de equações alométricas

A respeito das equações para biomassas fresca e seca e estoque de carbono, Lacerda et al. (2009) afirmam que a quantidade de biomassa em uma floresta determina o potencial de estocagem de carbono, visto que 1 Mg de biomassa equivale a 0,5 Mg de carbono que poderia ser liberado na atmosfera devido a mudanças no uso da terra. Higuchiet al. (1998) desenvolveram equações alométricas em que, para se estimar a quantidade de carbono, inicialmente se realiza o cálculo de biomassa viva através do Peso Fresco (PF) da árvore. Segundo eles, 60% do valor do Peso Fresco (PF) corresponde ao Peso Seco (PS), uma vez que 40% é água. O total de Carbono (C) é 48% do Peso Seco (PS).

No presente trabalho foram adotadas equações alométricas desenvolvidas para estimativa de biomassa viva acima do solo para florestas tropicais, conforme Velasco & Higuchi (2007) as utilizaram em seus estudos sobre estimativa de estoque de carbono em mata ciliar, através do Projeto Pomar. Para as palmeiras (Família Arecaceae) existentes na área, utilizou-se a seguinte equação:

Equação 1:

$$\ln (PF) = -1,497 + 2,548 * \ln (DAP)$$

$$[R^2 = 0,97 \text{ e } S_{yx} = 1.729]$$

Sendo:

PF = peso fresco, em kg

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm

ln = logaritmo natural

Segundo Higuchiet al. (1998), a Equação 1 utiliza apenas o DAP como variável independente, que é uma variável fácil de ser medida no campo, sem erros não amostrais. O único problema desta equação é que o peso será sempre o mesmo para um determinado diâmetro, independentemente da altura da árvore, da espécie e de outros atributos da

árvore. A Equação II foi utilizada para todas as outras espécies existentes na área:

Equação II:

$$\ln(PF) = -2,694 + 2,038 * \ln(DAP) + 0,902 * \ln(H)$$

[R² = 0,98 e S_{yx} = 812]

Sendo:

PF = peso fresco, em kg

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm

ln = logaritmo natural

H = altura total da árvore, em m

A incorporação da altura total (H) na Equação II permite estimar diferentes pesos para iguais DAP, o que não ocorre na Equação I. Aplicando as equações I (para as palmeiras) e II (para as demais árvores), é possível obter a quantidade de biomassa fresca (PF) em kg árvore⁻¹. A partir do PF, calcula-se o PS, a partir do qual é possível determinar o Carbono (C), conforme segue (Higuchi et al., 1998):

$$PS = 60\% * PF$$

$$C = 48\% * PS$$

Sendo:

PS = peso seco, em kg

PF = peso fresco, em kg

C = carbono, em kg

Mensuração da biomassa aérea

Para a determinação da biomassa aérea dos indivíduos arbóreos vivos, foram aplicadas as equações alométricas I e II, acima descritas, calculando-se o PF das árvores encontradas nas parcelas da área de estudo. A partir da estimativa da biomassa viva, calculou-se o PS e, em seguida, calculou-se o estoque de carbono para cada indivíduo, sendo os resultados, desde logo, agrupados em famílias e espécies (Tabela1). Em seguida, realizou-se a soma do estoque de C de cada espécie encontrada (tonelada espécie⁻¹), sendo, finalmente, o resultado extrapolado para um hectare, que passou a ser mensurado em t C ha⁻¹.

Tabela 1. Composição florística da Floresta Estacional Semidecídua Montana do Município de Ribeirão Grande e dados do peso fresco, peso seco, carbono (kg/árvore) e carbono total por espécie (t/espécie). 1 de 5

Família	Espécie	Peso Fresco	Peso Seco (60%) kg/árv	Carbono (48%)	Total Carbono/ Espécie t/esp
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	91,95	55,17	26,48	0,03
Annonaceae	<i>Gutteria australis</i> A.St.-Hil.	240,86	144,52	69,37	1,01
	Annonaceae sp.1	37,09	22,26	10,68	0,02
	<i>Annona neosericea</i> H. Rainer	328,44	197,06	94,59	0,66
	<i>Annona sylvatica</i> A. St. -Hil.	73,93	44,36	21,29	0,11
	<i>Xylopiá brasiliensis</i> Spreng.	41,83	25,10	12,05	0,01
	<i>Xylopiá langsdorfiana</i> A.St.-Hil. & Tul.	27,16	16,29	7,82	0,01
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	62,88	37,73	18,11	0,13
	<i>Aspidosperma riedelii</i> Müll. Arg.	53,69	32,22	15,46	0,03
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	833,59	500,16	240,08	0,72
Araliaceae	Araliaceae sp.1	23,62	14,17	6,80	0,01
	<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	305,46	183,28	87,97	0,09
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	28,49	17,09	8,21	0,15
Asteraceae	<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusénex Malme	177,43	106,46	51,1	0,10
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	56,64	33,99	16,31	0,05
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	37,08	22,25	10,68	0,01
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (A. H. Gentry) S. Grose	121,02	72,61	34,85	0,07
Boraginaceae	<i>Cordia salicifolia</i> Cham.	101,4	60,84	29,20	0,18

Tabela 1. Composição florística da Floresta Estacional Semidecídua Montana do Município de Ribeirão Grande e dados do peso fresco, peso seco, carbono (kg/árvore) e carbono total por espécie (t/espécie). 2 de 5

Família	Espécie	Peso Fresco	Peso Seco (60%)	Carbono (48%)	Total Carbono/ Espécie
		kg/árv			t/esp
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	167,71	100,62	48,3	0,05
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	45,61	27,37	13,14	0,11
	<i>Protium widgrenii</i> Engl.	95,71	57,43	27,56	0,03
Cannabaceae	<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	22,43	13,46	6,46	0,01
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R. A. Howard	22,47	13,48	6,47	0,01
Celastraceae	<i>Maytenus robusta</i> Reissek	24,66	14,80	7,10	0,01
	<i>Maytenus</i> sp.1	302,97	181,78	87,26	0,17
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex. DC.	94,85	56,91	27,32	0,08
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	129,2	77,52	37,21	2,68
Clusiaceae	<i>Garcinia Gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	22,36	13,42	6,44	0,01
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	159,12	95,47	45,83	2,29
Cyatheaceae	<i>Alsophila</i> sp.2	30,25	18,15	8,71	0,01
	<i>Alsophila</i> sp.3	18,93	11,36	5,45	0,04
	<i>Alsophila</i> sp.4	88,09	52,85	25,38	0,52
	<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	24,21	14,53	6,97	0,19
	<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	14,61	8,76	4,21	0,03
	<i>Cyathea leucofolis</i> Domin	7,67	4,6	2,21	0,001
	<i>Cyathea</i> sp.1	22,39	13,43	6,45	0,01
	<i>Cyathea</i> sp.4	12,55	7,53	3,62	0,001
	<i>Cyathea</i> sp.3	27,75	16,65	7,99	0,10
	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea hirsute</i> (Schott) Planch. ex Benth.	33,78	20,27	9,73
Euphorbiaceae	<i>Actionstemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	1193,45	716,07	343,71	0,69
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	450,57	270,34	129,76	1,04
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	400,88	240,53	115,45	8,89
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	62,07	37,24	17,88	0,09
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	434,45	260,67	125,12	0,25
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	733,66	440,20	211,29	0,63
	<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	418,15	250,9	120,43	0,24
Fabaceae	<i>Andira</i> sp.1	146,17	87,70	42,10	0,13
	<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	155,98	93,59	44,92	0,18
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	26,25	15,75	7,56	0,01
	Fabaceae sp.1	871,32	522,79	250,94	0,50
	Fabaceae sp.2	80,66	48,39	23,23	0,09
	<i>Inga marginata</i> Willd.	43,96	26,38	12,66	0,03
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	361,46	216,87	104,10	0,10
	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	631,76	379,05	181,95	0,18
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	80,76	48,46	23,26	0,07
	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	67,08	40,25	19,32	0,04
	<i>Machaerium</i> sp.1	12,95	7,77	3,73	0,001
	<i>Machaerium</i> sp.2	26,64	15,99	7,67	0,01
	<i>Machaerium</i> sp.3	87,98	52,79	25,34	0,03
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	85,89	51,53	24,74	0,22
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	283,16	169,9	81,55	0,08	
Hypericaceae	<i>Vismia</i> sp.1	56,35	33,81	16,23	0,02
Indeterminada	Morfoespécie 1	17,17	10,3	4,95	0,03
	Morfoespécie 2	134,35	80,61	38,69	11,57
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	166,81	100,08	48,04	0,10
	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	70,62	42,37	20,34	0,18
	Lauraceae sp.1	238,00	142,80	68,54	3,02
	Lauraceae sp.2	63,37	38,02	18,25	0,02

Tabela 1. Composição florística da Floresta Estacional Semidecídua Montana do Município de Ribeirão Grande e dados do peso fresco, peso seco, carbono (kg/árvore) e carbono total por espécie (t/espécie).

3 de 5

Família	Espécie	Peso Fresco	Peso Seco (60%)	Carbono (48%)	Total Carbono/ Espécie
			kg/árv		t/esp
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	13,85	8,31	3,99	0,001
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	336,79	202,07	97,00	0,97
	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	42,32	25,39	12,19	0,01
	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	297,43	178,46	85,66	0,09
	<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	157,65	94,59	45,40	0,23
	<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	664,01	398,41	191,24	0,19
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	102,34	61,40	29,47	0,09
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	65,37	39,22	18,83	0,02
	<i>Ocotea pulchra</i> Vattimo-Gil	185,63	111,38	53,46	0,21
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	90,21	54,13	25,98	0,10
	<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	26,88	16,13	7,74	0,04
	<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	72,72	43,63	20,94	0,02
	<i>Persea pyrifolia</i> (D. Don) Spreng.	139,72	83,83	40,24	0,04
Malpighiaceae	<i>Byrsonima cfmyricifolia</i> Griseb	19,68	11,81	5,67	0,01
	<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A. Juss.	148,76	89,25	42,84	0,13
Malvaceae	<i>Spirotheca rivieri</i> var. <i>passifloroides</i> (Cuatrec.) P.E. Gibbs & W.S. Alverson	1536,43	921,86	442,49	0,44
Melastomataceae	Melastomataceae sp.1	51,09	30,66	14,71	0,15
	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	711,16	426,69	204,81	0,82
	<i>Miconia racemifera</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Triana	24,57	14,74	7,08	0,02
	<i>Miconia</i> sp.1	173,60	104,16	50,00	0,10
	<i>Miconia</i> sp.2	11,27	6,76	3,25	0,001
	<i>Miconia</i> sp.3	82,23	49,34	23,68	0,02
	<i>Miconia</i> sp.4	44,87	26,92	12,92	0,04
	<i>Miconia</i> sp.5	52,60	31,56	15,15	0,05
	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	150,94	90,56	43,47	0,04
	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	354,94	212,96	102,22	7,16
	<i>Tibouchina</i> sp.1	161,00	96,60	46,37	0,05
	<i>Tibouchina</i> sp.2	25,88	15,53	7,45	0,01
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	93,22	55,93	26,85	0,64
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	188,61	113,17	54,32	0,92
	Meliaceae sp.1	403,11	241,86	116,09	0,23
	<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	75,47	45,28	21,74	0,07
Monimiaceae	Monimiaceae sp.1	23,33	14,00	6,72	0,01
	<i>Mollinedia micrantha</i> Perkins	41,07	24,64	11,83	0,01
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	654,07	392,45	188,37	0,36
	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins	47,57	28,54	13,70	0,07
	<i>Mollinedia</i> sp.1	343,17	205,9	98,83	0,20
	<i>Mollinedia</i> sp.2	12,57	7,54	3,62	0,01
	<i>Mollinedia</i> sp.3	6,51	3,90	1,87	0,001
	<i>Mollinedia</i> sp.4	69,65	41,79	20,06	0,02
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	165,82	99,49	47,76	0,05
	Moraceae sp.1	29,02	17,41	8,36	0,01
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger et al.	44,60	26,76	12,85	0,06
Myrtaceae	<i>Gomidesia</i> sp.1	95,71	57,43	27,56	0,03
	<i>Gomidesia</i> sp.2	48,75	29,25	14,04	0,01
	Myrtaceae sp.1	63,51	38,10	18,29	1,01
	<i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner	34,41	20,64	9,91	0,01
	<i>Myrciaguianensis</i> (Aubl.) DC.	982,68	589,61	283,01	0,28
	<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	238,04	142,83	68,56	0,07

Tabela 1. Composição florística da Floresta Estacional Semidecídua Montana do Município de Ribeirão Grande e dados do peso fresco, peso seco, carbono (kg/árvore) e carbono total por espécie (t/espécie).

4 de 5

Família	Espécie	Peso Fresco	Peso Seco (60%)	Carbono (48%)	Total Carbono/ Espécie
		kg/árv			t/esp
	<i>Myrcia rostrata</i> DC.	26,93	16,16	7,76	0,02
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	105,94	63,56	30,51	0,58
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	373,54	224,12	107,58	1,29
Ochnaceae	<i>Quiina glazovii</i> Engl.	87,03	52,22	25,06	0,03
Oleaceae	<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	304,2	182,52	87,61	0,26
Oleaceae	<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	47,61	28,57	13,71	0,07
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	313,94	188,37	90,42	1,54
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	108,55	65,13	31,26	0,56
Primulaceae	<i>Cybianthus</i> sp.1	47,99	28,79	13,82	0,04
Primulaceae	sp.1	18,21	10,92	5,24	0,01
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	56,95	34,17	16,40	0,08
	<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	110,4	66,24	31,79	0,06
	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	179,25	107,55	51,62	0,21
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	403,13	241,88	116,1	0,93
	<i>Myrsine</i> sp.1	86,49	51,90	24,91	0,02
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	168,66	101,19	48,57	0,05
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	46,40	27,84	13,36	0,08
	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	277,34	166,41	79,87	0,08
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruceex K. Schum.	64,71	38,83	18,64	0,09
	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. Ex Schult. & Schult. f.	55,46	33,27	15,97	0,03
	<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K. Schum.	50,64	30,38	14,58	1,04
	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	37,82	22,69	10,89	0,12
	Rubiaceae sp.1	41,83	25,10	12,05	0,10
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	280,43	168,26	80,76	0,24
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	21,16	12,70	6,09	0,01
	<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	27,40	16,44	7,89	0,54
	<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	41,65	24,99	11,99	0,04
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	32,29	19,38	9,30	0,12
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	134,42	80,65	38,71	0,31
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	73,40	44,04	21,14	0,15
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	63,41	38,04	18,26	0,15
	<i>Casearia gossypiosperma</i> Biq.	38,06	22,83	10,96	0,01
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	123,15	73,89	35,47	1,35
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw	185,6	111,36	53,45	1,12
	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	33,66	20,19	9,69	0,12
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	72,55	43,53	20,9	0,52
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	512,97	307,78	147,74	0,44
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	22,08	13,25	6,36	0,01
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	74,63	44,78	21,49	0,19
	<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	128,35	77,01	36,97	0,22
	<i>Matayba</i> sp.1	30,94	18,56	8,91	0,01
	<i>Matayba</i> sp.2	23,04	13,83	6,64	0,01
	<i>Matayba</i> sp.3	77,05	46,23	22,19	0,07
	Sapindaceae sp.1	1396,39	837,83	402,16	0,40
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	589,29	353,57	169,72	0,17
	<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	182,02	109,21	52,42	0,16
	<i>Pouteria bullata</i> (S. Moore) Baehni	213,2	127,92	61,4	0,33
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	11,47	6,88	3,30	0,001
Solanaceae	<i>Cestrum amictum</i> Schltdl.	34,08	20,45	9,81	0,01
	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	311,38	186,83	89,68	0,18
	<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	11,93	7,16	3,44	0,001

Tabela 1. Composição florística da Floresta Estacional Semidecídua Montana do Município de Ribeirão Grande e dados do peso fresco, peso seco, carbono (kg/árvore) e carbono total por espécie (t/espécie). 5 de 5

Família	Espécie	Peso Fresco	Peso Seco (60%)	Carbono (48%)	Total Carbono/ Espécie
		kg/árv			t/esp
	<i>Solanum caeruleum</i> Vell.	41,68	25,01	12,00	0,01
	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	14,82	8,89	4,27	0,001
	<i>Solanum rufescens</i> Sendtn.	16,17	9,70	4,66	0,001
Symplocaceae	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	52,14	31,28	15,02	0,02
	<i>Symplocos variabilis</i> Mart. ex Miq.	82,83	49,7	23,86	0,02
Thymelinaceae	<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	139,16	83,49	40,08	0,08
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	80,53	48,32	23,19	0,09
Total		-	-	-	67,72

Nota: kg/árv: kilo/árvore; t/esp: total/espécie.

RESULTADOS

No estudo fitossociológico foram amostrados 1 653 indivíduos arbóreos vivos com DAP \geq 4,78 cm, pertencentes a 175 espécies e 50 famílias. Desta forma, pode-se afirmar que formam amostradas, em média, 24 árvores vivas por parcela. Por meio da aplicação das citadas equações alométricas, o resultado obtido para estocagem de carbono foi de 67,72 t C numa área de 0,7 ha, conforme se observa na Tabela 1. Portanto, extrapolando-se o mencionado valor para uma área de 1 ha, pode-se afirmar que estes indivíduos arbóreos armazenam um total de 96,74 t C ha⁻¹. As famílias e espécies amostradas estão apresentadas na Tabela 1, assim como o valor para PF (kg árvore⁻¹), PS (kg árvore⁻¹) e o total de Carbono (tonelada espécie⁻¹) estocado na área amostral.

Das 50 famílias amostradas no levantamento fitossociológico, Euphorbiaceae apresentou a maior contribuição para o estoque de carbono (11,59 t/família e 17,11% do total de carbono estocado), seguido pela família Indeterminada (11,6 t/família e 17,09%), Melastomataceae (8,461 t/família e 12,49%), Lauraceae (5,331 t/família e 7,87%), Clethraceae (2,69 t/família e 3,96%), Rubiaceae (2,33 t/família e 3,44%), Cunoniaceae (2,290 t/família e 3,38%), Fabaceae (1,911 t/família e 2,82%) e Annonaceae (1,850 t/família e 2,73%). As outras famílias juntas perfazem 29,1% do total de carbono estocado.

Das 175 espécies amostradas, *Alchornea triplineria* (Spreng.) Müll. Arg. apresentou a maior

biomassa e consequentemente, a maior quantidade de carbono estocado (13,3% do total e de carbono estocado), seguida por *Tibouchina pulchra* Cogn. (10,57%); Lauraceae sp.1 (4,46%); *Clethra scabra* Pers. (3,96%); *Lamanonia ternata* Vell. (3,38%); *Hyeronima alchorneoides* Allemão (2,27%); *Casearia obliqua* Spreng. (1,99%); *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (1,90%); *Casearia sylvestris* Sw (1,65%); *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum. (1,54%); *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl. (1,54%); *Guatteria australis* A.St.-Hil. (1,49%); Myrtaceae sp. 1 (1,49%); *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez (1,43%); *Myrsine umbellata* Mart. (1,37%); *Cedrela fissilis* Vell. (1,36%); *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (1,21%); *Ilex dumosa* Reissek (1,06%); Morfoespécie 2 (não-identificados, 17,09%); e, demais espécies (26,94%).

A partir destes resultados, o presente estudo mostra não apenas a diversidade de espécies nativas no entorno da Mina Limeira, mas também o potencial destas para a estocagem de carbono em suas árvores.

DISCUSSÃO

Pode-se afirmar que as florestas tropicais representam grandes reservatórios de carbono, conforme demonstram os estudos desenvolvidos acerca da quantificação de estoque de carbono. Como resultado, o presente trabalho alcançou uma estocagem de carbono no valor de 96,74 t C ha⁻¹, sendo o mesmo corroborado por outros autores em estudos similares.

Velasco & Higuchi (2007), em seus estudos sobre estimativa de estoque de carbono em mata ciliar, através do Projeto Pomar, no Município de São Paulo (SP), encontraram uma estocagem de carbono equivalente a $145,26 \text{ t C ha}^{-1}$. Os autores concluem que o carbono sequestrado estimado por um hectare equivale à emissão de vinte veículos, e que o plantio de árvores em cidades contribui para o sequestro de carbono. Ainda em matas ciliares nativas e visando quantificar os estoques de carbono em diferentes condições ambientais no Vale do Paranapanema, região Sudoeste do estado de São Paulo, Melo & Durigan (2006), realizaram estudos e obtiveram em solos florestais como resultado $79,7 \text{ t C ha}^{-1}$.

No estado do Amazonas, Lima *et al.* (2002) realizaram um estudo sobre inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não-manejadas, abrangendo três municípios, Manacapuru, Boa Fonte e Jutaí, cujas áreas incluíam reservas extrativistas, e obtiveram como resultado $157,84 \text{ t C ha}^{-1}$. Tal resultado pode estar associado à densidade dos maciços florestais do referido estado.

No estado de Minas Gerais, e com o mesmo objetivo, Lima *et al.* (2003), ao realizarem a estimativa de biomassa e estoque de carbono de uma floresta secundária, obtiveram, para biomassa, estimativas de 64 t C ha^{-1} por densidade e, por dominância, 66 t C ha^{-1} . A esses totais correspondem, respectivamente, em quantidades de carbono, $28,8 \text{ t C ha}^{-1}$ e $29,7 \text{ t C ha}^{-1}$. Torres *et al.* (2013) utilizando diferentes metodologias e equações alométricas para uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana no município de Viçosa (MG), encontraram valores para estoque de carbono que variam de $48,70 \text{ t C ha}^{-1}$ e $56,31 \text{ t C ha}^{-1}$.

No Rio de Janeiro (RJ), Tanizake *et al.* (2009), por sua vez, em seus estudos sobre estoque de carbono na biomassa viva acima do solo em floresta secundária da Mata Atlântica, no município Engenheiro Paulo de Frontin, encontraram uma estocagem de 80 t C ha^{-1} . Os autores concluem que a capacidade de estocagem encontrada representa aproximadamente 50% da capacidade de uma floresta madura e aproximadamente três vezes a

biomassa de florestas secundárias de 10 anos de idade. Da mesma forma, Cunha *et al.* (2009), em seus estudos sobre biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da Mata Atlântica na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, encontraram um acúmulo de $67,2 \text{ t C ha}^{-1}$. Além do carbono, os autores sugeriram que a vegetação também armazena outros nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

No Rio Grande do Sul, Saidelles *et al.* (2009), em seus estudos sobre estimativa de carbono em plantações de *Acaciamearnsii* Wild (popularmente acácia-negra), encontraram um total de carbono estocado na biomassa no valor de $29,79 \text{ t ha}^{-1}$, distribuídos da seguinte forma entre os compartimentos das plantas: 64% na madeira, 11% na raiz, 9% na casca, 7% nos galhos vivos e 4% nos galhos mortos e nas folhas.

As famílias botânicas e as espécies vegetais contribuem de forma diferenciada para a estocagem do carbono dentro das florestas tropicais. Espécies mais representativas nos fragmentos (maior número de indivíduos, diâmetro, altura etc.) irão figurar entre aquelas que estocam mais carbono na comunidade. Entretanto, existe uma grande variação entre a importância das espécies e famílias nos remanescentes florestais, e estas variações estão ligadas principalmente a fatores históricos e ambientais (Cerqueira *et al.*, 2008). Levantamentos de estrutura realizados em fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduas (FES) raramente apresentam as mesmas espécies como as mais abundantes e com maiores valores de importância (IVI, um dos parâmetros fitossociológicos das comunidades florestais). Existe também uma grande variação na representatividade das famílias (com exceção de Myrtaceae, Lauraceae e Fabaceae, que sempre figuram entre as mais ricas e abundantes), principalmente quando consideradas FES Montanas e FES Submontanas (Cerqueira *et al.*, 2008).

Como observado, os resultados alcançados para estoque de carbono são diversos em diferentes regiões e podem estar associadas à metodologia de

estudo da quantificação de biomassa viva, que influencia o valor do estoque de carbono, bem como à densidade dos maciços florestais encontrados nas diversas localidades, ou ainda, à própria estrutura florestal, como altura total dos indivíduos, diâmetro à altura do peito, idade, tipo de solo, nutrientes, entre outros. Apesar dos diferentes resultados, estes reservatórios de carbono são extremamente necessários, pois contribuem para minimizar os efeitos causados pela concentração de CO₂ na atmosfera.

Portanto, há que se afirmar que o presente estudo revela o potencial da mata nativa no entorno da Mina Limeira, município de Ribeirão Grande (SP), para a estocagem de carbono. Enquanto reservatório de carbono, é de fundamental importância a sua preservação. Além disso, a quantidade de carbono estocada na biomassa viva da floresta poderá funcionar, futuramente, como um instrumento para a tomada de medidas preservacionistas, garantindo a integridade da floresta e sua biodiversidade.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo calcular a biomassa viva aérea e o estoque de carbono em uma área de mata nativa no Município de Ribeirão Grande (SP), localizada ao lado de uma cava de mineração de calcário. Por meio da aplicação de equações alométricas, estima-se que os indivíduos arbóreos amostrados na área de estudo contribuem para uma estocagem no valor de 96,74 t C ha⁻¹.

Pode-se afirmar que a mata nativa no entorno do empreendimento denominado Mina Limeira funciona como um grande reservatório ou estoque de carbono. Pode-se afirmar ainda que resultado de estoque de carbono encontrado na área amostral é corroborado por outros autores, que realizaram quantificações de carbono em outras áreas de vegetação semelhante, independentemente da localização e possíveis fatores de perturbação.

Há que se dizer também que a quantidade de carbono estocada na biomassa viva da área de estudo pode futuramente funcionar como um

instrumento para a tomada de medidas preservacionistas, garantindo a integridade da floresta e sua biodiversidade. Finalmente, há que se considerar que o presente estudo é uma estimativa preliminar, podendo futuras repetições de levantamentos, estimativas e análises estatísticas contribuir enormemente para a aferição dos resultados.

REFERÊNCIAS

- Angiosperm Phylogeny Group.(2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161:105-21.
- Baider, C.; Tabarelli, M. & Mantovani, W. (1999). O banco de sementes de um trecho de uma floresta Atlântica Montana (São Paulo - Brasil). *Revista Brasileira Biologia*, 59(2):319-28.
- Buckeridge, M.S. & Aidar, M.P.M. (2002). Carbon sequestration in the rain forest: Alternatives using environmentally friendly biotechnology. São Paulo. Instituto de Botânica, Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas. *Biota Neotropica*, 2(2):1-5.
- Cerqueira, R.M.; Gil, A.S.B. & Meireles, L.D. (2008). Florística das espécies arbóreas de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua Montana na Fazenda Dona Carolina (Itatiba/Bragança Paulista, São Paulo, Brasil). *Revista do Instituto Florestal*, 20(1):33-49.
- Cunha, G.M.; Gama-Rodrigues, A.C.; Gama-Rodrigues, E.F. & Velloso, A.C.X. (2009). Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da Mata Atlântica na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(5):1175-1185.
- Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (2005). *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica.
- Gil, A.S.B. & Cerqueira, R.M. (2012). *Monitoramento e avaliação da vegetação nas áreas de influência direta da Mina Limeira (Continuum Florestal e Depósito Estéril Barro Branco) - Companhia de Cimento Ribeirão Grande, CCRG - SP: Relatório Técnico do ano de 2011*. Capão Bonito (SP): 2012.
- Grace, J.J.; Llyd, J.; McIntyre A.; Miranda, P.; Meir, H.; Miranda, J. et al. (1995). Fluxes of carbon dioxide and water vapor over an undisturbed tropical rain forest in south-west Amazonia. *Global Change Biology*, 1:1-12.
- Higuchi, N.; Santos, J; Ribeiro, R. J.; Minette, L. & Biot, Y. (1998). Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, 28(2):153-66.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: IBGE.
- Joly, C.A.; Leitão-Filho, H.F. & Silva, S.M. (1992). *The floristic heritage*. In: Câmara I.G. (Coord.), *Atlanticrain forests*. Rio de Janeiro: Index Ltda & Fundação Mata Atlântica. p.95-125.
- Lacerda, J.S.; Couto, H.T.Z.D.; Hirota, M.M.; Pasishnyk, N. & Polizel, J.L. (2009). *Estimativa da biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas*. *METRVM Mendabís Mensvram Silvarvm*, (5):1-23.
- Lima, J.A.S.; Carmo, C.A.F.S.; Kindel, A. & Motta, P.E.F. (2003). Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono de uma Floresta Secundária em Minas Gerais. *Boletim de Desenvolvimento e Pesquisa*. Rio de Janeiro: Embrapa.
- Lima, A.J.N.; Teixeira, L.M.; Carneiro, V.M.C.; Pinto, A.C.M.; Pinto, F.R.; Santos, J. et al. (2002). Inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do estado do Amazonas.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. (2012). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. (acesso: 1 maio 2012)
- Melo, A.C.G. & Durigan, G. (2006). Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Florestalis*, 71:149-54.
- Nave, A.G. (2005). *Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, Município de Ribeirão Grande/ SP*. Tese em Recursos Florestais (Silvicultura e Manejo Florestal). Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Nave, A.G. (2007). *Monitoramento e avaliação da vegetação nas áreas de influência direta da estrada do Celeste, depósito de estéril do Barro Branco, "continuum" e áreas restauradas da Fazenda Intermontes- Companhia de Cimento Ribeirão Grande - SP*. Relatório Técnico. Piracicaba: NBL Engenharia Ambiental Ltda.
- Nobre, C.A. & Nobre, A.D. (2002). O balanço de carbono da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados*, 16(45):81-90.
- Ohse, S.; Derner, R.B.; Ozório, R.A.; Cunha, P.C.R.; Lamarca, C.P.; Santos, M.E. et al. (2007). Revisão: sequestro de carbono realizado por microalgas e florestas e a capacidade de reprodução de lipídios pelas microalgas. *Insula*, 36:39-74.
- Phillips, O.; Malhi, Y.; Higuchi, N.; Grace, J.; Laurance, W. F.; Nuñez, P. et al. (1998). Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plot data. *Science*, 282(5388):439-42.
- Pinto, L.P. & Brito, M.C.W. (2005). Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica.
- Ribeiro, S.C. (2007). *Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implantação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária*. Dissertação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. (2009). The Brazilian atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142(6):1144-56.
- Saidelles, F.L.F.; Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V. & Balbinot, F. (2009). Uso de equações para estimar carbono orgânico em plantações de *Acaciamearnsii* de Wild no Rio Grande do Sul - Brasil. *Revista Árvore*, 33(5):907-15.
- Soares, C.P.B.; Leite, H.G. & Gorgens, E.B. (2005). Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. *Revista Árvore*, 29(5):711-8.
- Tambosi, L.R.; Martensen, A.C.; Ribeiro, M.C. & Metzger, J.P.A. (2014). Framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology*, 22(2):169-77.
- Tanizake, K.; Santos, F.C.C.; Mendonça, A.R.; Santos, H.F. & Fernandes, F.S. (2009). Estimativa de estoque de carbono na biomassa viva acima do solo em floresta secundária da Mata Atlântica, Município Engenheiro Paulo de Frontin, RJ. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, 2009, São Lourenço, Minas Gerais.
- Torres, C.M.M.E.; Jacovine, L.A.G.; Soares, C.P.B.; Oliveira Neto, S.N.; Santos, R.D. & Castro Neto, F. (2013). Quantificação de biomassa e estocagem de carbono em uma floresta estacional semidecidual, no Parque Tecnológico de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, 37(4):647-55.
- Velasco, G.D.N. & Higuchi, N. (2007). Estimativa de sequestro de carbono em mata ciliar: Projeto POMAR. São Paulo, SP. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, 5(1):135-41.
- Vieira, S.A.; Alves, L.F.; Aidar, M.P.M.; Araújo, L.S.; Baker, T.; Batista, J.L.F. et al. (2008). Estimativas de biomassa e estoque de carbono: o caso da Mata Atlântica. *Biota Neotropica*, 8(2):21-9.

Recebido em: 20/10/2014

Versão final em: 20/2/2015

Aprovado em: 1/4/2015

