



Foto: Daniel De Granville
(<http://www.pantanalcenturismo.tur.br>)

Estoques de Carbono do Estrato Arbóreo de Cerrados no Pantanal da Nhecolândia

Ana Helena B. Marozzi Fernandes¹
Suzana Maria de Salis²
Fernando Antonio Fernandes³
Sandra Mara Araújo Crispim⁴

Introdução

A biomassa aérea das florestas desempenha importante papel no ciclo global do carbono, por ser um reservatório dinâmico desse elemento dentro da biosfera terrestre. Através da fotossíntese, as plantas convertem o dióxido de carbono (CO₂) atmosférico em tecidos vegetais, fixando carbono na sua biomassa. O desmatamento e queima dessa biomassa promove o retorno desse carbono estocado para a atmosfera, aumentando a concentração de CO₂ e monóxido de carbono (CO) na atmosfera. Em termos globais, as emissões de CO₂ associadas às mudanças de uso do solo (entre as quais a substituição de florestas nativas por atividades agropastoris, sobretudo nas regiões tropicais), constituem a segunda maior causa do aumento da concentração de CO₂ atmosférico, atrás somente das emissões originadas do uso de combustíveis fósseis (IPCC, 2007). Para o caso do Brasil, 55% das emissões são derivadas das atividades de supressão e queima de vegetação de áreas florestadas (Brasil, 2004).

A necessidade de se reduzir as emissões de CO₂ para atmosfera para tentar diminuir os efeitos do aquecimento global do planeta tem despertado o interesse em estudos sobre o papel das florestas

na retenção de CO₂ atmosférico e o potencial de ecossistemas florestais na mitigação biológica desse processo (Schlesinger e Lichter, 2001). Entretanto, ainda são poucos os trabalhos sobre estoques e dinâmica de carbono em florestas, sobretudo para espécies florestais brasileiras (Sanquetta et al., 2003), especialmente em áreas de cerrado (Paiva e Faria, 2007).

No Pantanal da Nhecolândia, as áreas florestadas situam-se predominantemente nos pontos mais elevados do mesorrelevo, em áreas não sujeita às inundações periódicas. Regionalmente essas áreas são conhecidas por "cordilheiras", sendo cobertas por vegetação de cerrado, cerradão e mata semi-decídua (Salis, 2004). Segundo Abdon et al. (2007), as áreas cobertas por vegetação de cerrado e cerradão apresentaram uma dominância absoluta em termos de supressão de vegetação até o ano de 2002. Essas áreas são utilizadas para implantação de pastagens cultivadas.

O objetivo deste trabalho foi estimar a biomassa aérea e o estoque de carbono do estrato arbóreo em duas áreas (um cerrado e um cerradão), localizadas no Pantanal da Nhecolândia, realizadas a partir de fórmula proposta por Brown et al. (1989) para florestas tropicais.

¹ Engenheira Agrônoma, MSc, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. amarozzi@cpap.embrapa.br

² Bióloga, PhD, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. smsalis@cpap.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, MSc., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. fafernan@cpap.embrapa.br

⁴ Engenheira Agrônoma, MSc., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. scrispim@cpap.embrapa.br

Estimativa da Biomassa Aérea e Estoques de Carbono

A biomassa do estrato arbustivo e os estoques de carbono correspondentes foram estimados para uma área sob vegetação de cerradão e outra de cerrado, ambas localizadas na fazenda Rancharia (18°34'S e 55°48'W), Pantanal da Nhecolândia. O levantamento da vegetação foi realizado pelo método de quadrantes (Brower e Zar, 1984), com amostragem de 30 pontos do terreno. Foram amostrados os indivíduos do estrato arbóreo com DAP (diâmetro à altura do peito ou a 1,30 m do solo) \geq 5cm, anotando-se o mesmo, além da altura total (Ht). Para cada um dos locais foi amostrada uma área total de 0,25 ha.

Segundo Anderson e Ingram (1993), a estimativa da biomassa em florestas nativas que possuem grande número de espécies pode ser obtida de modo indireto por meio de equações de regressões, baseadas nos atributos das árvores. Quando não existem equações específicas para a área estudada, as estimativas podem ser obtidas a partir de equações gerais para florestas tropicais, como as obtidas por Brown et al. (1989).

No presente estudo, o cálculo da biomassa foi realizado para cada indivíduo, através da equação de Brown et al. (1989), também utilizada por Castro e Kauffman (1998) para áreas de cerrado, por ser a mais robusta ($R^2=0,97$):

$B = \exp[-3,1441 + 0,9719 \cdot \ln(\text{DAP}^2 \cdot \text{Ht})]$, onde

B = biomassa; **DAP** = diâmetro à altura do peito ou a 1,30 cm do solo, e **Ht** = altura total

Os estoques de carbono foram calculados considerando-se que este representa 50% da biomassa seca (Schlesinger, 1997).

Na área de cerradão (Tabela 1) foram identificadas 30 espécies diferentes, sendo *Qualea grandiflora* (pau-terra-macho), *Caryocar brasiliense* (pequi) e *Lafoensia pacari* (mangava-brava) as que apresentaram maiores frequências (respectivamente 14, 11 e 10 indivíduos, entre os 120 amostrados). A biomassa estimada para a área foi de 97,882 Mg.ha⁻¹, com um estoque de carbono de 48,941 Mg.ha⁻¹. Para a área de cerrado (Tabela 2) também foram identificadas 30 espécies, sendo as mais frequentes *Xylopodia aromatica* (pindaíva) e *Protium heptaphyllum* (almécega), respectivamente 24 e 14 indivíduos entre os 120 amostrados. A biomassa estimada foi de 58,695 Mg.ha⁻¹, com estoque de carbono de 29,348 Mg.ha⁻¹. Os diferentes valores de estimativa são atribuídas à variação da própria estrutura, pois são fisionomias distintas com porte

e densidade de árvores diferentes. Mas numa mesma fisionomia podem ocorrer diferenças de biomassa e estoque devido a variações edafoclimáticas, composição florística, constituição dos estratos, distúrbios causados pela entrada de fogo, entre outras (Delitti et al. 2006).

Os estoques de carbono estimados significam, de um modo geral, a quantidade de CO₂ que foi retirada da atmosfera e que se encontra "aprisionada" na biomassa aérea, na forma de carbono orgânico. Considerando que 1 Megagrama (Mg) de carbono corresponde a 3,67 Mg de CO₂ (Ronquim, 2007), a supressão da vegetação nas áreas estudadas corresponderia à emissão de 181,6 e 85,7 Mg de CO₂ por hectare desmatado, respectivamente para as áreas de cerradão e cerrado. Porém, esses valores podem ser bem maiores. Segundo Fearnside (2008), a contabilização das emissões provocadas pelo desmatamento deve contemplar, além desta originada pela derrubada e queima das árvores, outras que o autor chama de "atrasadas", que se referem às emissões que acontecerão em virtude da decomposição da madeira, liberação do carbono do solo, etc. Conservar as áreas florestadas em pé significa evitar que essas emissões ocorram.

Florestas e Mitigação do Aquecimento Global

Manter o carbono incorporado na biomassa de florestas naturais representa uma opção na mitigação do efeito estufa importante para o Brasil, porém não é reconhecida atualmente pelo Protocolo de Kyoto (Fearnside, 2004). Esse protocolo definiu, para o primeiro período de compromisso (2008-2012), esse protocolo definiu que, para a obtenção de créditos de carbono, os projetos do setor florestal somente contemplariam atividades de reflorestamento de áreas degradadas ou plantio de novas áreas, excluindo projetos de desmatamento evitado e manejo florestal.

Entretanto, existe uma forte pressão internacional para que a conservação florestal seja incluída nesse esquema de obtenção de créditos de carbono. O último relatório de IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas) publicado em 2007 (IPCC, 2007) salienta que reduzir e/ou prevenir o desmatamento, e conseqüentemente a liberação de gases de efeito estufa para atmosfera, consiste na forma de mitigação com maior e mais imediato impacto sobre os estoques de carbono globais no curto prazo. Além disso, a Convenção Quadro das

Nações Unidas sobre a Mudança Climática (CQNUMD ou UNFCCC, em inglês) reconheceram a importância da contribuição das emissões de gases de efeito estufa originárias do desmatamento em países em desenvolvimentos para a mudança de clima e a necessidade de se tomar medidas para reduzi-las. Depois de um processo de dois anos, a Conferência das Partes 13 (COP 13), realizada no ano de 2008, tomou a decisão de "reduzir emissões de desmatamento em países em desenvolvimento e apontar caminho para estimular ações". (UNFCCC, 2008). Uma das propostas em discussão é o mecanismo de Redução de Emissões para o Desmatamento e Degradação (REED). Através desse mecanismo, países como o Brasil poderão obter créditos pelo desmatamento evitado com a conservação de florestas nativas (Domingos, 2008).

Para transformar esse potencial de obtenção de créditos por conservação do carbono armazenado na floresta numa realidade há muito trabalho a ser feito para diminuir as incertezas quanto à real capacidade das florestas em acumular carbono (Fearnside, 2008). Desse modo, pesquisas relativas à quantificação da biomassa e dos estoques de carbono ganham cada vez mais espaço.

Este trabalho pretendeu apresentar uma idéia inicial sobre a quantificação da biomassa aérea e dos estoques de carbono em áreas florestadas no Pantanal. Representa um ponto de partida para estudos futuros, onde essas quantificações sejam mais precisas. Algumas iniciativas nesse sentido já existem nos trabalhos de Haase e Haase (1995); Salis (2004) e Schöngart et al. (2008), onde os autores desenvolveram equações de regressão para cálculo de biomassa, desenvolvidas especificamente para espécies da flora pantaneira. Pesquisas que considerem outros componentes do ecossistema florestal, tais como os solos, a serrapilheira e o sistema radicular, também são importantes para estimar o potencial desses ecossistemas em seqüestrar carbono.

Considerações Finais

No Brasil, quando se trata de temas como desmatamento, destruição de florestas e alternativas para incentivar a sua conservação, as atenções todas se voltam para a Amazônia. Obviamente, não se pode comparar com outras regiões do país (inclusive o Pantanal) o impacto das emissões de CO₂ oriundas do desmatamento da Amazônia, nem tampouco o potencial de mitigação do aquecimento global que ela

representa. Porém, é importante lembrar que a conservação de áreas florestadas não pode ser vista somente sob a ótica do aquecimento global. Além do armazenamento de carbono, os demais serviços ambientais prestados pelas florestas, tais como manutenção da biodiversidade e regulação do ciclo hidrológico, entre outros, são fundamentais para a manutenção da vida no planeta e não podem (nem devem) ser relegados a um segundo plano. A remuneração pela manutenção dos serviços ambientais em propriedades rurais do Pantanal, a exemplo do que vem ocorrendo em outras regiões do país, pode se tornar um incentivo adicional aos proprietários para a conservação ambiental.

Tabela 1. Biomassa aérea e estoques de carbono em área de cerradão, fazenda Rancharia (18°34'S e 55°48'W Gr), Pantanal da Nhecolândia. Área amostrada de 0,25 ha.

Espécie	Nº de indivíduos	Biomassa aérea	Estoque de Carbono
		Mg.ha ⁻¹	
<i>Qualea grandiflora</i>	14	7,599	3,800
<i>Caryocar brasiliense</i>	11	29,269	14,635
<i>Lafoensia pacari</i>	10	3,199	1,600
<i>Astronium fraxinifolium</i>	8	5,306	2,653
<i>Terminalia argentea</i>	8	3,354	1,677
<i>Vatairea macrocarpa</i>	8	6,890	3,445
<i>Magonia pubescens</i>	6	14,257	7,129
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	4	1,922	0,961
<i>Protium heptaphyllum</i>	4	0,985	0,493
<i>Tabebuia aurea</i>	4	3,677	1,839
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	3	1,520	0,760
<i>Diospyros hispida</i>	3	1,774	0,887
<i>Erioteca gracipiles</i>	3	0,791	0,396
<i>Gomidesia palustris</i>	3	0,122	0,061
<i>Mouriri elliptica</i>	3	0,378	0,189
<i>Qualea parviflora</i>	3	1,217	0,609
<i>Rourea induta</i>	3	2,045	1,023
<i>Bowdichia virgerlioides</i>	2	2,737	1,369
<i>Buchenavia tomentosa</i>	2	3,609	1,805
<i>Copaifera martii</i>	2	0,245	0,123
<i>Luehea paniculata</i>	2	0,324	0,162
<i>Salvertia convallariodora</i>	2	1,196	0,598
Outras 12 espécies com um indivíduo cada	12	5,466	2,733
Total	120	97,882	48,941

Tabela 2. Biomassa aérea e estoques de carbono em área de cerrado, fazenda Rancharia (18°34'S e 55°48'W Gr), Pantanal da Nhecolândia. Área amostrada de 0,25 ha.

Espécie	N° de indivíduos	Biomassa aérea	Estoque de Carbono
			Mg.ha ⁻¹
<i>Xylopia aromatica</i>	24	2,611	1,306
<i>Protium heptaphyllum</i>	14	10,410	5,205
<i>Astronium fraxinifolium</i>	9	4,914	2,457
<i>Curatella americana</i>	9	3,404	1,702
<i>Caryocar brasiliensis</i>	6	6,061	3,031
<i>Dipteryx alata</i>	6	6,652	3,326
<i>Lafoensia pacari</i>	6	0,567	0,284
<i>Qualea parviflora</i>	6	0,253	0,127
<i>Mouriri elliptica</i>	4	0,414	0,207
<i>Tabebuia aurea</i>	4	1,261	0,631
<i>Alibertia edulis</i>	3	0,062	0,031
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3	4,095	2,048
<i>Couepia grandiflora</i>	3	2,002	1,001
<i>Hymenaea stignocarpa</i>	3	4,832	2,416
<i>Terminalia argentea</i>	3	0,858	0,429
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	2,492	1,246
<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	2	1,012	0,506
Outras 13 espécies com um indivíduo cada	13	6,795	3,399
Total	120	58,695	29,348

Literatura Citada

ABDON, M.M.; SILVA, J. S.V. da; SOUZA, I.M.; ROMON, V.T.; RAMPAZZO, J.; FERRARI, D.. Desmatamento no bioma Pantanal até o ano de 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, p. 18-24, 2007.

ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. (eds.). **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd edition. Oxon: CAB Internacional, 1993. 221p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção Quadro nas nações Unidas sobre Mudança Climática**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 274p.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd ed., Iowa: C. Brown, 1984.

BROWN, S., GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E.. Biomass estimation for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science** v. 35, p. 881-902, 1989.

CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 263-283, 1998.

DELITTI, W.B.C.; MEGURA, M.; PAUSAS, J.G.. Biomass and mineralomass estimates in a "cerrado" ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 531-540, 2006.

DOMINGOS, S.. **Brasil poderá ter proposta pra crédito de carbono**. 2008. Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/#reportagens_carbonobrasil/noticia=719658>. Acesso em 05 dez. 2008.

FEARNSIDE, P.M.. As florestas e a mitigação do efeito estufa no Brasil: oportunidades no setor florestal para a mitigação do efeito estufa sob o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo". In: FEARNSIDE, P.M. (Ed.). **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 2003. 134p.

FEARNSIDE, P.M.. Quantificação do serviço ambiental do carbono nas florestas amazônicas brasileiras. **Oecologia Brasileira**, v. 12, p.743-756, 2008.

HAASE, R.; HAASE, P. Aboveground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato-Grosso, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 73, pp. 29-35, 1995.

IPCC. Technical Summary. In: IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p.19-91.

PAIVA, A.O.; FARIA, G.E.. Estoques de carbono do solo sob cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, p. 60-65, 2007.

RONQUIM, C.C.. **Dinâmica espaço temporal do carbono aprisionado na fitomassa dos agroecossistemas no nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 52p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 63).

SALIS, S.M.. **Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savana florestada, Pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul**. 2004. 63m f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração: biologia vegetal) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Campus de Rio Claro, Rio Claro, SP.

SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; SCHUMACHER, M.V.; MELLO, A.A. Relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.1, p.33-40, 2003.

SCHLESINGER, W.. **Biogeochemistry, an analysis of global change**. New York: Academic Press, 1997.

SCHLESINGER, W.; LICHTER, J. Limited carbon storage in soil and litter in experimental forest

plots under increased atmospheric CO₂. **Nature**, v. 411, p. 466-469, 2001.

SCHÖNGART, J.; ARIEIRA, J.; FORTES, C. F.; ARRUDA, E.C. de; CUNHA, C.N.da. Carbon dynamics in aboveground coarse wood biomass of wetland forest in the northern Pantanal, Brazil. **Biogeosciences Discuss**, v.5, p.2103-1230, 2008.

UNFCCC. **REDD Web Platform. Background**. United Nations Framework Convention on Climate Change 2008. Disponível em: <http://unfccc.int/methods_science/redd/items/4547.php>. Acesso em 10 dez. 2008.

COMO CITAR ESTE DOCUMENTO

FERNANDES, A. H. B. M.; SALIS, S. M.; FERNANDES, F. A.; CRISPIM, S. M. A. **Estoque de Carbono do Estrato Arbóreo de Cerrados no Pantanal da Nhecolândia**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 5 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 68). Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT68>. Acesso em: 27 fev. 2009

Comunicado Técnico, 68

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Pantanal
Endereço: Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
CEP 79320-900 Corumbá, MS
Fone: 67-32332430
Fax: 67-32331011
Email: sac@cpap.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2008): Formato digital

Comitê de Publicações

Presidente: Thierry Ribeiro Tomich
Secretário-Executivo: Suzana Maria Salis
Membros: Débora Fernandes Calheiros
Marçal Henrique Amici Jorge
Jorge Ferreira de Lara
Regina Célia Rachel dos Santos

Expediente

Supervisor editorial: Suzana Maria de Salis
Revisão Bibliográfica: Viviane de Oliveira Solano
Tratamento das ilustrações: Regina Célia R. Santos
Editoração eletrônica: Regina Célia R. Santos