



SERAPILHEIRA E ESTOQUE DE CARBONO EM UM REMANESCENTE DE CERRADO, NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Maria Tereza Candido Pinto

Ricardo de Oliveira Gaspar; Sabina Cerruto Ribeiro; Carlos Pedro Boechat Soares; Laércio Antônio Gonçalves Jacovine; Jorcélio Cabral Moreira

Rua Padre João Crisóstomo, 293/104, Bairro Coração Eucarístico, 30535 - 510 - Belo Horizonte/MG. e - mail:mtcp07@ig.com.br; Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Avenida P.H. Rolfs, s/n, 36570 - 000, Viçosa, MG

INTRODUÇÃO

O cerrado, segundo maior bioma brasileiro ocupando 21% do território nacional, superado em área apenas pela Amazônia, é também considerado a última fronteira agrícola do planeta (Klink & Machado, 2005). A acelerada ocupação humana de seus domínios ao longo das últimas décadas, faz dele o bioma mais ameaçado do mundo, apesar de sua extensão territorial e importância expressa pela enorme biodiversidade de suas diferentes fitofisionomias (hotspot mundial). Atualmente, com uma área que corresponde a aproximadamente 20% da original, as espécies que o formam acham - se protegidas por unidades de conservação em apenas 3% de sua extensão (Klink & Machado 2005, Brito *et al.*, , 2007). Plantios de gramíneas para pastagens, culturas anuais, monoculturas de cana - de - açúcar, plantios de monoculturas de eucalipto para a produção de varvão vegetal e outros tipos de usos do solo (Klink & Machado, 2005) geraram nos seus domínios um acentuado processo de fragmentação da vegetação original e o aparecimento de remanescentes em meio a uma matriz agrícola (Brito *et al.*, 2007). A maneira pela qual o carbono circula nos compartimentos do sistema, o tamanho dos seus estoques e a velocidade destes fluxos, é desconhecida em sua totalidade, frente à fragmentação dos resultados disponibilizados na literatura (Aduan *et al.*, , 2003, Delitti *et al.*, , 2006). Estudos sobre a fixação do carbono na biomassa viva de suas diferentes fitofisionomias se concentram nas quantificações de estoques da parte aérea da vegetação (Fearnside 1992, Rezende, 2002, Rocha *et al.*, , 2002, Delitti *et al.*, 2006), do solo (Scurlock & Hall, 1998) das raízes (Castro & Kaufmann, 1998) e da serapilheira (Coûteaux & Berg, 1995, Aduan *et al.*, , 2003). A serapilheira representa um elo fundamental no fechamento do ciclo do carbono no sistema. Sua importância reside na capacidade de acumulação de altos teores de carbono, até 3 vezes maiores que os atmosféricos (Coûteaux & Berg, 1995) e no papel regulador do fluxo dos elementos químicos entre a vegetação, o solo e a atmosfera, através dos processos de produção e decomposição ecológica

(Aduan *et al.*, , 2003).

O aumento crescente do CO₂ na atmosfera levando o aquecimento global aos valores atuais, é atribuído entre outras causas, à carbonização da matéria orgânica, aos desmatamentos dos ecossistemas naturais (IPCC, 2007), assim como a derrubada da vegetação natural para a produção de carvão vegetal usado na siderurgia ou para o plantio de monoculturas, como as de eucalipto, com a mesma destinação. Por ser um bioma de grande importância ecológica, sujeito a grandes perturbações antrópicas e por se localizar próximo a centros urbanos de grande porte, os fragmentos de cerrado nativo ainda presentes no estado de Minas Gerais, configuram - se em importantes áreas de estudo para o conhecimento dos fluxos de carbono entre seus compartimentos e a produção de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global do clima.

OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi quantificar a produção de serapilheira em uma área de cerrado stricto sensu e estimar os estoques de carbono nas suas frações constituintes, de forma a subsidiar estudos de emissão e seqüestro de carbono neste compartimento do sistema, para a elaboração de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo/MDL e de relatórios de emissões das atividades de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas/UTMUTF. Ao integrar o banco de dados sobre o ciclo do carbono nestes ambientes, os resultados irão disponibilizar informações para a aplicação em processos de queima de madeira e emissão de gases do efeito estufa, na siderurgia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi conduzido em um remanescente de cerrado stricto sensu localizado no interior de um plantio comercial de eucalipto da Fazenda Campo Alegre pertencente à

empresa de reflorestamento Plantar S/A, no município de Curvelo (180 45' S e 440 25'W), na região central do estado de Minas Gerais. Com uma extensão de 39,59 ha a área representa um fragmento de vegetação secundária, modificada em tempos passados pela exploração de lenha e por cultivos agrícolas. Enquadrada como área de Reserva Legal, atualmente ela se constitui em um dos remanescentes de vegetação natural protegidos, formado por espécies típicas do cerrado mineiro como *Caryocar brasiliense* (pequizeiro), *Duguetia furfuracea*, *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e as do gênero *Tabebuia*, decretadas de preservação permanente e imunes de corte (Plantar S/A Reflorestamento, 2000). O clima na região é do tipo Aw Megatérmico ou Clima Tropical de Savana segundo Köppen, com precipitação anual entre 1100 e 1200 mm, caracterizado por um verão chuvoso e inverno seco. A estação chuvosa, de março a novembro, é bastante pronunciada, sendo responsável por 85% das chuvas incidentes na região. Valores tão baixos quanto 4 mm são registrados durante a estação seca (abril a outubro). As temperaturas atmosféricas oscilam entre 30°C e 17°C (médias dos meses mais quentes e frios, respectivamente). O solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, A moderado, textura argilosa fase cerrado, de relevo suave ondulado (CETEC / SUDENE, 2004), pertence às Unidades Cenozóica e Neoproterozóica da Província São Francisco.

Produção de Serapilheira

A coleta da serapilheira foi feita em caixas de madeira de 0,25 m² de área interna (50 x 50 cm), com fundo em tela de nylon (2 mm de malha) e pés de 15 cm de altura, instaladas sobre o solo ao longo de 2 fileiras que adentraram a área em uma de suas extremidades. Em cada fileira, a cada 25m, foi colocada 1 caixa coletora sob a copa da árvore que demarcou o ponto amostral, totalizando 5 caixas por fileira ou 10 caixas na área estudada. Mensalmente, no período compreendido de setembro/2008 a abril/2009, o material contido no interior das caixas foi retirado, ensacado e levado ao laboratório, onde foi separado nas frações: folhas, ramos, flores, sementes, frutos e material não identificado e então submetido à secagem em estufa de circulação forçada a ar, à temperatura aproximada de 70 °C até atingir peso constante.

Estoque de carbono

A estimativa do estoque de carbono fixado na biomassa das diferentes frações da serapilheira produzida foi calculada através da multiplicação dos valores da biomassa seca das amostras pelo fator 0,37 recomendado por IPCC (1997).

RESULTADOS

A queda da serapilheira ocorreu durante todo o período avaliado e variou de 10,2 a 108,8 g.m⁻², totalizando 280,4 g.m⁻², inferior ao quantificado por Valenti et al. (2008) em área de cerrado stricto sensu do estado de São Paulo. A estação seca representou o período de maior deposição de biomassa ao solo, com 60% da produção total, sugerindo um comportamento sazonal das espécies envolvidas. Os ecossistemas florestais tropicais, via de regra, apresentam produção contínua de serapilheira durante todo o ano, com totais de biomassa diferentes entre as estações em

decorrência do tipo da vegetação e das variações climáticas locais (Leitão - Filho, 1993). A produção e acumulação da serapilheira sobre o solo nestes ambientes reflete estratégias do funcionamento do sistema, seu estágio sucessional, capacidade de regeneração, constituindo - se numa expressão indireta da produtividade e da capacidade dos indivíduos envolvidos em responder aos estímulos do meio físico (Bray & Gorham, 1964; Delitti, 1984; Clarck *et al.*, 2001). Entre os órgãos, as folhas lideraram a produção, com 46% da biomassa total avaliada no período, seguidas dos órgãos de reprodução (37%) e dos ramos (14%). As folhas representam o compartimento mais importante no despejo dos órgãos vegetais ao solo nos ambientes tropicais (Barnes *et al.*, , 1998) cujo processo acha - se associado às diferentes fenologias entre as espécies, às altas taxas fotossintéticas e às respostas rápidas às alterações ambientais (Malavolta, 1989). Os picos de produção foram registrados nos meses de setembro e outubro (fim da estação seca), liderados pelas folhas (53%, setembro; 64%, outubro) seguidas das flores (26%, setembro; 18%, outubro). O aumento da queda de folhas na estação seca em área de cerrado, é influenciado por fenômenos climáticos como hidroperiodicidade e radiação solar (Barros, 1979), sendo a precipitação um dos mais importantes no controle dos processos ecológicos relacionados ao despejo da biomassa ao solo (Liu *et al.*, , 2004). A precipitação total da estação seca (5,5mm) medida no Posto Climatológico da Plantar S/A no ano de estudo, corrobora o citado pelos autores. A produção de frutos ocorreu entre o fim da estação seca (7,3%, outubro) e ao longo da estação chuvosa, com os maiores registros medidos em dezembro e fevereiro (48% do total mensal). As sementes acompanharam o despejo dos frutos, com um percentual de 16% registrado no mês de dezembro. Comportamento semelhante foi citado por Batalha & Mantovani (2000), Weiser & Godoy (2001), Fidelis & Godoy (2003) em área de cerrado stricto sensu. Segundo os autores, a floração e frutificação das espécies arbustivas - arbóreas nestes ambientes iniciam - se na estação seca, com picos de produção na chuvosa e acham - se intimamente relacionadas à dispersão dos frutos por zoocoria. A maior queda dos ramos foi verificada no início da estação chuvosa (32%, novembro) como também observado por Valenti *et al.*, (2008) e poderia estar relacionada à ação mecânica das fortes chuvas incidentes no local, nesta época do ano.

O estoque de carbono inferido através da biomassa despejada ao solo, acompanhou os resultados obtidos nos órgãos avaliados, na seguinte ordem decrescente: folha (64,8 gC.m⁻²) > órgãos de reprodução (48,8 gC.m⁻²) > ramos (19,4 gC.m⁻²) > sementes (6,7 gC.m⁻²), o que correspondeu a 99,6% do carbono orgânico total (140,2 gC.m⁻²) disponibilizado pelas plantas para os diferentes compartimentos que formam o sistema, neste remanescente de cerrado. Tal resultado foi inferior ao citado por Ottomar *et al.*, (2001) para áreas preservadas de cerrado stricto sensu, o que poderia estar relacionado ao estágio sucessional da Reserva Legal da Plantar S/A no município de Curvelo, assim como ao período avaliado (8 meses).

CONCLUSÃO

Conclusão

A produção de serapilheira do remanescente de cerrado estudado, ocorreu em todos os meses amostrados, com picos de despejo de biomassa ao solo no fim da estação seca e início da chuvosa. As folhas lideraram os valores medidos, representando aproximadamente a metade do total avaliado, seguidas pelos órgãos de reprodução com percentuais também elevados, refletindo o comportamento fenológico das espécies envolvidas. Os estoques de carbono estimados à partir da biomassa quantificada, acompanharam os resultados encontrados e se enquadraram na faixa de variação de áreas preservadas de cerrado stricto sensu.

Agradecimentos

(Este trabalho é parte do estudo de sequestro de carbono em cerrado e florestas implantadas de Eucalyptus usado na carbonização da madeira para a geração de energia e elaboração de projetos MDL, da Secretaria Estadual de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais/SECTES e Universidade Federal de Viçosa/UFV. Os autores agradecem à FAPEMIG (Processo CAG 2327/07) pelo apoio financeiro e pelas bolsas BDTI concedidas aos pesquisadores associados, assim como à Plantar S/A pela liberação da área de estudo e apoio logístico nos trabalhos de campo).

REFERÊNCIAS

Aduan, R.E., Vilela, M., Klink, C.A. 2003. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres. O caso do cerrado brasileiro. Documentos. Embrapa Cerrados, v. 105, p. 1 - 28.

Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at Pé - de - Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and wood floras. Rev. Bras. Biol., 60: 129 - 145.

Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., Spurr, S.H. 1998. Forest Ecology. John Wiley Ed., New York. 774 p.

Barros, M. 1979. Variação de diâmetro em árvores de Cerrado relacionada à fenologia e aos fatores ambientais. Dissertação. UnB, Distrito Federal. 184 p.

Bray, J.R. & Gorham, E. 1964. Litter production in forests of the world. Advances in Ecological Research., 2: 101 - 107.

Brito, D.Q., Luedmann, G., Kozovits, A.R., Bustamante, M.M.C. & Miranda, V.T. 2007. Efeitos da fertilização sobre o estrato rasteiro de um cerrado sensu stricto. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Ecologia do Brasil, Caxambu, 23 - 28 setembro de 2007.

Castro, E.A. & Kauffmann, J.B. 1998. Ecosystem structure in the Brazilian cerrado: a vegetatiion gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. Journal of Tropical Ecology 14: 263 - 283.

Clark, D.A., Brown, s., Kichlighter, D.K., chambers, J.Q., Thomlinson, J.r., Ni, J., Holland, E.A. 2001. Net primary

production in tropical forests: An evaluation and synthesis of existing field data.

Ecol., Appl., 11: 371 - 383.

CETEC / Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / Sudene, 2004. Mapa de solos. In:

Estudo de impacto ambiental. Del Rey Serviços de Engenharia. Relatório. Belo Horizonte, MG.

Coûteaux, M.M. & Berg, P.B.B. 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. Trends in Ecology and Evolution 10: 63 - 65.

Delitti, W.B.C. 1984. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Engelm var. Elliottii (Mogi - Guaçu, SP). Tese. USP, São Paulo. 132 p.

Delitti, W.B.C., Meguro, M., Pausas, J.G. 2006. Biomass and mineralmass in a "cerrado" ecosystem. Revista Brasileira de Botânica 29:531 - 540.

Fearnside, P.M. 1992. Greenhouse gas emissions from deforestation in Brazilian Amazonia. Carbon emissions and sequestration in forests: case studies from developing countries. EPA, UC - Berkley, v. 2. 73 p.

Fidelis, A.T. & Godoy, S.A.P. 2003. Estrutura de um cerrado stricto sensu na Gleba Cerrado Pé - de - Gigante, Santa Rita Passa do Quatro, SP. Acta Bot. Brasil., 17: 531 - 539.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Methodology Reports. Good Practice Guidance for Land Use, Land - Use Change and Forestry, disponível em www.ipcc.ch.

Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. Conservation of Brazilian Cerrado. Conservation Biology 19: 707 - 713.

Leitão - Filho, H. F. 1993. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP). São Paulo, EDUNESP / EDUNICAMP, SP.

Liu, C., Westman, C. J., Berg, B., Kutsch, W., Wang, G. Z., Man, R., IlvesNiemi, H. 2004.

Variation in litterfall climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia.

Global Ecol.and Biogeogr., 13: 105 - 114.

Ottomar, R.D., Vihnanek, R.E., Miranda, H.S., Sato, M.N., Andrade, S.M. 2001. Séries de

estéreis - fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado no Brasil central.

Brasília, USDA, USAID, UnB, 88 p.

PLANTAR S/A REFLORESTAMENTO, 2000. Diagnóstico ambiental. Relatório Técnico. Del Rey Serviços de Engenharia, Belo Horizonte. 50 p.

Rezende, A.B. 2002. Diversidade, estrutura, dinâmica e progênesse do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento. Tese. UFPR, Curitiba. 243 p.

Rocha, H.R., Freitas, H.C., Rosalem, Juárez, R.J.N., Tannus, R.N., Ligo, M.A., Cabral, O.M.R. & Dias, M.A.F.S. 2002. Measurements of CO2 exchange over a woodland savanna (Cerrado Sensu

Stricto) in southeast Brasil. [http://www.biotaneotropica.org.br/v2\(n1\)](http://www.biotaneotropica.org.br/v2(n1)).

Scurlock, J.M. & Hall, D.O. 1998. The global carbon cycle: a grassland perspective. *Global Change Biology* 4: 229 - 233.

Valenti, M.W., Cianciaruso, M.V., Batalha, M.A. 2008. Seasonality of litterfall and decomposition

in a cerrado site. *Braz. J. Biol.*, 68: 459 - 465.

Weiser, V. L. & Godoy, S.A.P. 2001. Florística em um hectare de cerrado stricto sensu na arde - cerrado Pé - de - Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botânica Brasílica*, 15: 201 - 212.