



ESPÉCIES ARBÓREAS COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS ECOFISIOLÓGICAS NO CERRADO DENSO APRESENTAM ASSIMILAÇÃO POTENCIAL DE CARBONO SEMELHANTE

S.R. Latansio - Aidar^{1,3}

M.P.M. Aidar²

1 Doutoranda do Programa de Pós - graduação em Biologia Vegetal, IB, UNICAMP, Caixa Postal 6109, CEP 13083 - 862, Barão Geraldo - Campinas - SP; salatansio@yahoo.com.br.

2 Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Instituto de Botânica; Caixa Postal 3005, CEP 01061 - 970, Água Funda - São Paulo - SP; maidar@uol.com.br.

3 telefone de contato: (11) 50736300 ramais 257, 288, 289

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado é uma das mais ricas savanas tropicais do planeta (Oliveira Filho & Ratter 2002) e apresenta grande complexidade estrutural e funcional da vegetação, espécies com diferentes estratégias de utilização espacial e temporal dos recursos hídricos e também efeitos marcantes da sazonalidade no balanço de carbono e no crescimento (Oliveira - Filho *et al.*, 1989).

Muitas espécies lenhosas do Cerrado perdem suas folhas parcial ou totalmente durante a estação seca evidenciando clara relação entre seca e deciduidade. Muitos estudos mostram queda do potencial hídrico foliar na época seca coincidente com quedas na condutância estomática, indicando que a grande maioria das espécies regula fortemente a abertura estomática, mesmo na época chuvosa e com isso reduzem consideravelmente sua taxa de assimilação de CO₂ (Moraes & Prado 1998). Assim, a capacidade de assimilação de CO₂ de uma planta sempre - verde durante todo o ano não implica necessariamente em uma maior produtividade em relação àquelas que apresentam algum grau de deciduidade da copa. Isto pode implicar em uma sucessão de espécies ou tipos funcionais ao longo da paisagem, em que espécies tolerantes ao sombreamento seriam características de formações mais fechadas e espécies heliófitas com mecanismos eficientes para tolerar ou amenizar os efeitos de fotoinibição vão predominar em ambientes abertos (Franco 2002).

Nos últimos anos, muita atenção vem sendo dada à contribuição potencial dos ecossistemas temperados e tropicais na incorporação líquida pela biosfera terrestre do CO₂ de origem antropogênica (Lloyd 1999, Valentini *et al.*, 2000). Com a evolução da tecnologia da instrumentação micrometeorológica, a técnica de “eddy - covariance” (ou covariação de vórtices turbulentos - ferramenta estatística utilizada para analisar o vento em alta frequência e séries de da-

dos atmosféricos que resultam em valores de fluxos das variáveis analisadas, p.e. CO₂ e água) tem sido utilizada para a estimativa das respostas fotossintéticas líquidas do ecossistema em resposta às variações nas condições ambientais e também o balanço anual de carbono (que integra os fluxos no solo e vegetação), aumentando assim, o conhecimento sobre a dinâmica desse elemento no sistema “solo-vegetação-atmosfera”. Entretanto, em ambientes savânicos estas avaliações têm sido ainda muito limitadas, apesar de estes cobrirem cerca de um quinto da superfície terrestre (Miranda *et al.*, 1997, Vourlitis *et al.*, 2001, Veenendall *et al.*, 2004).

Taylor & Lloyd (1992) estimam que 15% do sumidouro anual global de carbono podem ser atribuídos a ecossistemas de savana e de floresta tropical seca. Ainda, tem sido relatado um grande aumento de biomassa arbórea em ecossistemas de savanas nos últimos 50 anos como resultado da intensificação do uso da terra (Van Vegten 1983, Archer *et al.*, 2001). Segundo Grace *et al.*, (2006) as savanas tropicais são bastante produtivas, com uma variação da Produtividade Primária Líquida entre 1 e 12 tC ha⁻¹ ano⁻¹ e contribuem com cerca de 30% da Produtividade Primária Bruta terrestre. Os menores valores de produtividade primária foram encontrados nas savanas áridas e semi - áridas da África, Austrália e América do Sul, sendo a estimativa da média global em torno de 7,2 tC ha⁻¹ ano⁻¹ e o potencial para a taxa de seqüestro de carbono de 0,14 a 0,39 GtC ano⁻¹. As savanas encontram - se sob intensa pressão antrópica, e a taxa de perda pode exceder 1% ao ano, aproximadamente o dobro da taxa estimada para as florestas tropicais, e desse modo, constituindo um fluxo para atmosfera potencialmente tão grande quanto o que é originado do desflorestamento da floresta tropical.

Até o momento no Brasil, estes estudos abordando troca de carbono em ecossistemas têm sido

concentrados principalmente na Floresta Amazônia (Projeto LBA <http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/>) e no Cerrado em São Paulo (Projeto Biot/Fapesp <http://www.dca.iag.usp.br/www/material/humberto/index.htm>). Rocha *et al.*, (2002) indicam que o valor da Produtividade Líquida do ecossistema no Cerrado Pé - de - Gigante constitui um pequeno sumidouro de carbono ($0,1 \pm 0,3$ tC ha⁻¹ ano⁻¹), similar ao valor encontrado para um Cerrado no Planalto Central do Brasil (Miranda *et al.*, 1997), sugerindo que a sazonalidade foi fator determinante na resposta observada, induzida pela senescência foliar, houve redução da quantidade de folhas em atividade fotossintética e conseqüentemente, caiu a produtividade durante a estação seca. Felfili *et al.*, (2000) indicam que há pouca informação disponível sobre a avaliação das alterações dinâmicas da vegetação ao longo do tempo, de modo a entender os processos e mecanismos que mantêm a comunidade, sendo os estudos restritos às poucas áreas em São Paulo (Silberbauer - Gottsberger & Eiten 1987) e Brasília (Sato & Miranda 1996, Felfili *et al.*, 2000). Além disso, os estudos dos fluxos de carbono em ecossistemas terrestres são raramente acompanhados de abordagens ecofisiológicas de modo a explorar a relação funcional das espécies que compõem o ecossistema e os valores líquidos obtidos para o mesmo. Segundo Buchmann (2002), apenas 14% de todos os estudos de fluxo de vórtices turbulentos em florestas incluem avaliações ecofisiológicas das plantas ou estimativas de biomassa. Desse modo, a combinação de estudos micrometeorológicos, ecológicos e ecofisiológicos é altamente necessária para uma melhor compreensão das dinâmicas dos fluxos associados ao funcionamento do ecossistema em estudo, que deverá levar a um maior conhecimento sobre dinâmica desses elementos nas regiões de Cerrado, integrando - se ao conhecimento de sua funcionalidade, o clima e as mudanças de uso da terra (Rocha *et al.*, 2002).

OBJETIVOS

Caracterizar as estratégias ecofisiológicas das três principais espécies arbóreas que estruturam o Cerrado sensu stricto denso na Gleba Pé - de - Gigante, P.E. Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP); e avaliar as suas respectivas contribuições potenciais em termos do balanço de carbono do ecossistema como um todo. Este trabalho é parte integrante do Projeto Temático Biot/FAPESP "Interação Biosfera - Atmosfera Fase 2: Cerrados e Mudanças de Uso da Terra" (02/09289 - 9, coord. Prof. Dr. Humberto Ribeiro da Rocha, IAG/USP).

MATERIAL E MÉTODOS

O Cerrado Pé - de - Gigante está localizado no município de Santa Rita do Passa Quatro, São Paulo, à margem da Rodovia Anhanguera (SP 330). Possui 1225 ha e altitude entre 590-740 m em solos do tipo Latossolos Vermelho Escuro e Amarelo e Areias Quartzosas. A precipitação média anual é de 1478 mm e as temperaturas médias mensais variam entre 17,6 °C e 23,5 °C. As espécies selecionadas para o estudo foram aquelas que apresentaram os maiores

IVI (Latansio - Aidar *et al.*, 2009, submetido): *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae, Mimosoideae); *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) e *Myrcia lingua* (O.Berb) Mattos (Myrtaceae).

As trocas gasosas e seus parâmetros foram avaliados através de um analisador de gás por infravermelho (Li - Cor 6400): fotossíntese máxima por área (Amax) e por massa (Amass), condutância estomática (Gs), saturação luminosa (Lsat), eficiência do uso da água: EUA = A/E, e depressão do meio dia (Dmd); a taxa de transporte de elétrons (TTE) foi avaliada através de fluorômetro (PAM 2100, Walz); o potencial hídrico foliar (ψ) foi avaliado através de câmara de pressão (Scholander, PMS, modelo 100); o conteúdo relativo de água foi definido segundo a fórmula: CRA = [(Mfresca-Mseca)/(Mtúrgida-Mseca)] x 100; a espessura foliar foi avaliada através de paquímetro digital; a área foliar específica foi avaliada segundo a fórmula: AFE = Areafoliar/Mseca.

Os dados foram analisados através de análise de variância múltipla ANOVA (Método de Tukey, Tukey 1953 apud Zar 1994) e Teste t ($P < 0,05$), em software WINSTAT (R. Fitch Software, Cambridge, MA, EUA).

RESULTADOS

Os resultados qualitativos sugerem a ocorrência de um gradiente de respostas ecofisiológicas e fenológicas entre as espécies: *A.falcata*, espécie de dossel, apresenta deciduidade na época seca, com baixo CRA folha e menor . Possui menor espessura foliar e maior AFE. A TTE indicou o início do estresse hídrico durante a estação seca e decaiu gradualmente até a queda das folhas. A Gs foi alta e independente da condição hídrica da planta que não realiza controle estomático, mas devido às altas Amax e Amass apresenta alta EUA sazonal. Apresenta Lsat apenas em alto nível de irradiação. A *X.aromatica*, espécie do estrato intermediário e semi - decídua, apresenta alto CRA e espessura foliar intermediária. A TTE indicou o início de estresse hídrico, mas os valores baixos ficaram estabilizados ao longo da estação seca. Mostrou valores de espessura foliar e AFE intermediárias. A Gs foi alta na época úmida e baixa na época seca, indicando controle estomático. Apresenta altas Amax e Amass, e Lsat. A EUA é intermediária e uniforme. *M.lingua*, espécie de subosque, possui hábito sempre - verde. Apresentou altos CRA, e espessura foliar, e baixos AFE, Amax, Amass e Lsat, a EUA foram uniforme e alta.

A superfície potencial de resposta de A para as espécies, modeladas a partir de todos os dados coletados para as variáveis T e R, indicam maior amplitude de resposta da espécie decídua dominante do dossel *A. falcata* aos fatores R e T, seguida de *X. aromatica* e *M. lingua*, que respondeu muito menos ao aumento de Tr que de R, indicando que as respostas estão associadas à sua ocorrência na estrutura do cerrado estudado, isto é: a amplitude de resposta aumenta gradualmente conforme aumenta a exposição no dossel.

Apesar do gradiente nas estratégias fenológicas e ecofisiológicas, a simulação do balanço de carbono anual potencial indica valores muito similares quando expressos por

área foliar: 82 ± 15 , 99 ± 19 e 88 ± 12 mol CO₂ m⁻² ano⁻¹ para *M. lingua*, *X. aromatica* e *A. falcata*, respectivamente.

CONCLUSÃO

Em vista dos resultados apresentados pode-se concluir que as estratégias ecofisiológicas das espécies estão relacionadas à sua ocorrência na estruturação da formação vegetal em estudo. Porém, apesar do gradiente observado no conjunto de parâmetros, suas contribuições potenciais ao nível foliar para o balanço de carbono no ecossistema são muito semelhantes. Sugerindo que essas diferenças não definem vantagens fotossintéticas. Entretanto, a contribuição relativa ao nível da comunidade poderá ser estimada através da determinação do índice de área foliar de cada espécie, atividade ainda em desenvolvimento no contexto do Projeto Biota onde este trabalho está inserido.

REFERÊNCIAS

- Archer, S; Boutton T. W. & Kibbard, K. A. 2001. Trees in grasslands: biogeochemical consequences of woody plant expansion. In: E. D. Schulze, M. Heimann, S. Harrison, E. Holland, J. Lloyd, I. C. Prentice & D. Schimel (eds.). Global Biogeochemical Cycles in the Climate System, Academic Press, San Diego, pp. 115-137.
- Buchmann, M. 2002. Plant ecophysiology and forest response to global change. *Tree Physiology* 22: 1177-1184.
- Felfili, J. M.; Rezende, A. V.; Silva Júnior, M. C. & Silva, M. A. 2000. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine - year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- Franco, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In P. S. Oliveira & R. J. Marquis (Eds.). The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. pp. 178 - 197. Columbia University Press, Irvington, USA.
- Grace, J.; Jose, J.S.; Meir, P.; Miranda, H.S. & Montes, R.A. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *Journal of Biogeography* 33: 387-400.
- Latansio - Aidar, S.R., Oliveira, A.C.P., Rocha, H.R. & Aidar, M.P.M.A. 2009 (submetido). Fitossociologia de um cerrado *sensu stricto* em área de influência de torre de fluxo de carbono, Pé - de - Gigante, Parque Estadual de Vassununga, SP. *Revista Biota Neotropica*.
- Lloyd, J. 1999. The CO₂ dependence of photosynthesis, plant growth responses to elevated CO₂ concentrations and their interaction with soil nutrient status, II. Temperate and boreal Forest productivity and the combined effects of increasing CO₂ concentrations and increased nitrogen deposition at a global scale. *Functional Ecology* 13: 439-459.
- Miranda, A. C., Miranda, H. S.; Lloyd, J.; Grace, J.; Francey, J. A.; McIntyre, J. R.; Meir, P.; Riggan, P.; Lockwood, R. & Brass, J. 1997. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. *Plant, Cell and Environment* 20: 315-328.
- Moraes, J.A.P.V. & C.H.B.A. Prado. 1998. Photosynthesis and water relations in cerrado vegetation. In F. R. Scarano & A. C. Franco (Eds.). *Ecophysiological Strategies of Xerophytic and Amphibious Plants in the Neotropics*. *Oecologia Brasiliensis* 4:45 - 63. Programa de Pós - graduação em Ecologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Oliveira Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.91 - 120.
- Oliveira - Filho, A. T.; Shepherd, G. J.; Martins, F. R. & Stubbenby, W. H. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in Central Brazil. *Journal Tropical Ecology* 5: 413-431.
- Rocha, H. R.; Rosolem, R.; Juarez, R. N.; Tannus, M. V.; Ligo, O. M. R. C. & Dias, M. A. F. S. 2002. Measurements of CO₂ exchange over a woodland savanna (Cerrado *sensu stricto*) in southeast Brazil. *Biota Neotropica* 2 (1).
- Sato, M. N. & Miranda, H. S. 1996. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado *sensu stricto* submetidos a diferentes regimes de queima. In: H. S. Miranda, C. H. Saito & B. F. D. S. Dias (eds.). *Impactos de Queimadas Em Áreas de Cerrado e Restinga*. Universidade de Brasília, Brasília, pp. 102-111.
- Silberbauer - Gottsberger, I. & Eiten, G. 1987. A hectare of cerrado. I. General aspects of the trees and thick - stemmed shrubs. *Pitón* 27: 55-91.
- Taylor, J. A. & Lloyd, J. 1992. Sources and sinks of atmospheric CO₂. *Australian Journal of Botany* 40: 407-418.
- Valentini, R.; Matteucci, G.; Dolman, A. J.; Schulze, E. D.; Rebmann, C.; Moors, E. J.; Granier, A.; Gross, P.; Jensen, N. O.; Pilegaard, K.; Lindroth, A.; Grelle, A.; Bernhofer, C.; GrÅ¼nwald, T.; Aubinet, M.; Ceulemans, R.; Kowalski, A. S.; Vesala, T.; Rannik, Å.; Berbigier, P.; Loustau, D.; Gu mundsson, J.; Thorgeirsson, H.; Ibrom, A.; Morgenstern, K.; Clement, R.; Moncrieff, J.; Montagnani, L.; Minerbi, S. & Jarvis, P. G. 2000. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature* 404: 861-865.
- Van Vegten, J. 1983. Thornbush invasion in a savanna ecosystem in Eastern Botswana. *Vegetation* 56: 3-7.
- Veenendall, E. M.; Kollw, O. L. O. F.; & LLOYD, J. 2004. Seasonal variation in energy fluxes and carbon dioxide exchange for a broad - leaved semi - arid savanna (Mopane woodland) in Southern Africa. *Global Change Biology* 10: 318-328.
- Vourlitis, G. L.; Priante - Filho, N.; Hayashi, M. M. S.; Sousa Nogueira, J.; Caseiro, F. T. & Campelo Jr., J. H. 2001. Seasonal variations in the net ecosystem CO₂ exchange of a mature Amazonian tropical transitional forest (Cerradão). *Functional Ecology* 15: 388-395.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3 ed. Prentice Hall, New Jersey, 918 p.