

Dinâmica de Carbono e Nitrogênio em solo de Sistema Agroflorestal em Região de Cerrado⁽¹⁾

Ray Pinheiro Alves⁽²⁾; Samara Martins Silva^(3.1); Natália Lopes Rodvalho^(3.1); Maurício Rigon Hoffman^(3.2); Gabriela Bielefeld Nardoto^(3.3);

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do PIBIC/UnB/CNPq e Projeto Sisbiota Cerrado/FAPESP.

⁽²⁾Estudante de mestrado em Ecologia; Universidade de Brasília (UnB); Brasília, DF; raypinheiroalves@gmail.com;

^(3.1)Bacharel em Gestão Ambiental; UnB; ^(3.2) Estudante de mestrado em Agronegócios; UnB; ^(3.3)Professora Adjunta II; UnB.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi investigar a dinâmica de nitrogênio (N) e carbono (C) em um sistema agroflorestal (SAF) localizado região de Cerrado do Brasil Central, com ênfase no sistema solo-serapilheira. Analisou-se no sistema a concentração de N e C, bem como o $\delta^{13}\text{C}$ e o $\delta^{15}\text{N}$, os quais representam a medida integrada da dinâmica de C e N ao longo do tempo. A média da razão C/N encontrada no solo foi 14. O teor médio de C e N no solo do SAF foi de 2,4 e 0,18%, respectivamente, com ambos diminuindo ao longo dos primeiros 20cm de profundidade. O valor médio de $\delta^{13}\text{C}$ do solo do SAF teve em média -20,4‰ e o $\delta^{15}\text{N}$ foi 6,8‰, ambos aumentando com a profundidade (0 a 20cm). Quanto ao estoque de C e N no solo, o estoque médio de C no solo foi de 43,6 Mg C.ha⁻¹ e o de N foi de 3,08 Mg.ha⁻¹, ambos para o intervalo de 0-20cm de profundidade. No solo do SAF, houve predomínio na concentração de N-NH₄⁺ em relação ao N-NO₃⁻ durante todo o ano. Ao utilizar o modelo de mistura isotópica verificou-se que, após 10 anos de implantação do SAF, cerca de 40% da matéria orgânica incorporada nos primeiros 20cm de solo são provenientes das espécies plantadas no SAF. Além disso, observou-se mudanças na dinâmica de N, com aumento de sua disponibilidade no sistema.

Termos de indexação: isótopos estáveis, agrofloresta, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o impacto das atividades humanas, como a conversão do uso da terra e mudanças na cobertura vegetal em grandes áreas do Cerrado tem provocado alterações na paisagem que provavelmente estão modificando a ciclagem de nutrientes nesses sistemas. O uso de SAF de alta diversidade surge como uma opção estratégica para produtores familiares, devido à diversificação da produção e rentabilidade, podendo fornecer serviços ambientais (EMBRAPA, 2011). O manejo dos SAFs pode contribuir significativamente para recuperar propriedades físico químicas do solo assim como sua biodiversidade (Tapia-Coral et al. 2005, Loss et

al. 2009). Além disso, o plantio simultâneo ou sucessional de espécies anuais, seguido por espécies leguminosas assim como espécies perenes de interesse madeireiro tendem a aumentar produção de serapilheira (Tapia-Coral et al. 2005).

A matéria orgânica proveniente das plantas proporciona o acúmulo de C orgânico ao longo do tempo, ao ser incorporada ao solo em diferentes sistemas florestais, a quantidade de plantas do tipo C₃ e C₄ ocupando diferentes estratos do sistema podem influenciar o valor de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica. Diante deste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a dinâmica de C e N em um SAF localizado em Planaltina-DF, região de Cerrado no Brasil Central.

MATERIAL E MÉTODOS

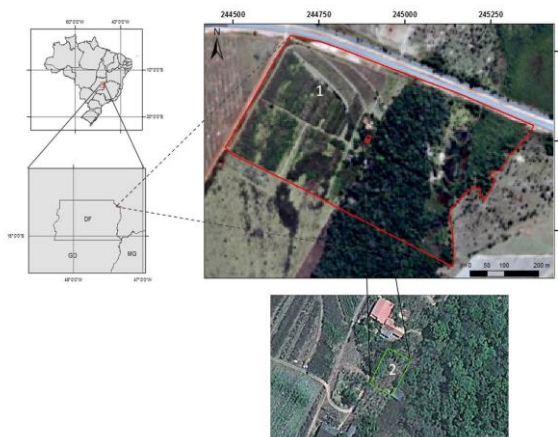


Figura 1 - Localização do Sítio Dagrofloresta, Planaltina-DF (área 1, delimitada em vermelho); SAF estudado (área 2, delimitada em verde).

A área de estudo está localizada nas proximidades da BR-020, Km-54, em uma propriedade rural particular ("Sítio Dagrofloresta" - <http://www.dagrofloresta.com.br>), inserida na Região Administrativa de Planaltina-DF (15°34'51" S, 47°22'42" W), dentro da sub-bacia do Ribeirão Santa Rita, em uma área de latossolo vermelho escuro de acordo com EMBRAPA (2006), que inicialmente foi cerradão – fitofisionomia do Cerrado, caracterizada pela grande proporção de estrato

lenhoso em relação aos outros (Ribeiro & Walter, 1998). O clima segundo Köppen é Aw.

Tratamentos e amostragens

Para determinar as concentrações de $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ e as taxas de mineralização e nitrificação líquida de N, coletou-se 10 amostras simples (cerca de 100g) de solo superficial (0-5cm) em quatro períodos do ano.

Para a determinação da concentração de C e N e suas respectivas razões isotópicas, foram feitas coletas de amostras de cinco perfis de solo (0-5, 5-10, 10-20 cm de profundidade), especialmente distribuídos na área do SAF.

Para determinar o estoque de C e N no solo foram feitas coletas de densidade aparente em cinco perfis de solo (0-5; 5-10; 10-20cm de profundidade) com cilindros de 100cm³ de acordo com o método da EMBRAPA (1997).

As amostras de serapilheira foram primeiramente secas em estufa a 65 °C por 72 horas e depois moídas a fino pó. As amostras de solo foram secas ao ar e destorroadas em peneira de 2 mm. Com o material preparado, foi pesada uma sub-amostra de 1,5 a 2 mg do material vegetal ou de 10 a 30 mg de solo acondicionadas em cápsula de estanho. Estas análises foram realizadas no laboratório de Ecologia Isotópica, CENA/USP. A abundância natural de ¹⁵N e ¹³C é expressa como desvios por mil (‰) de um padrão internacionalmente reconhecido, através da equação: $\delta = (R \text{ amostra} / R \text{ padrão} - 1) \times 1000$, onde R é a razão molar na amostra e no padrão. O padrão para o nitrogênio é o ar atmosférico e para o carbono a rocha PDB. A atropina foi utilizada como material de referência para o material foliar e TROPICAL usado para o solo.

As análises de textura e pH do solo foram feitas de acordo com EMBRAPA (1997). O experimento de mineralização foi feito baseado em Piccolo et al. (1994), onde as taxas de produção de N mineral ($N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$) foram determinadas colorimetricamente.

Para estimar a conversão da matéria orgânica no solo foi utilizado o modelo de mistura para duas fontes de composições isotópicas distintas, utilizando os valores de $\delta^{13}C$ para as fontes de serapilheira do SAF, solo da pastagem (área testemunha do SAF) e para o produto do solo do SAF. Utilizou-se a equação de mistura de duas fontes de acordo com Martinelli et. al (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas propriedades físico químicas da camada superficial do solo (0-20 cm de profundidade) da área de estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características físico químicas do solo da área de SAF estudado para o intervalo de 0 a 20 cm de profundidade.

Prof.	Argila	pH CaCl ₂	P	CTC	H+Al
0-20 cm	%	4,7	mgdm ⁻³	97,6	42,0

O teor médio de N no SAF foi de 0,18%, diminuindo no intervalo de 0-20cm de profundidade. Ao passo que o valor médio de $\delta^{15}N$ foi 6,8‰, aumentando com o intervalo de 0-20cm de profundidade (Figura 1). Este padrão apresenta consonância com o padrão encontrado em áreas nativas de Cerrado (Bustamante et al., 2004, Nardoto, 2005; Coletta et al., 2009). Isto ocorre devido ao aumento do fracionamento do $\delta^{15}N$ durante a mineralização da matéria orgânica (Högberg, 1997), que enriquece o solo com valores mais altos de $\delta^{15}N$. Também pôde-se observar um padrão de decréscimo na concentração de N com a profundidade, de acordo com estudos realizados em solos de cerrado (Bustamante et al., 2004; Parron et al., 2004; Nardoto, 2005; Coletta et al., 2009; Parron et al., 2010; Viani et al., 2011). O estoque médio de N no solo foi de 3,08 Mg.ha⁻¹, apresentando decréscimo com a profundidade.

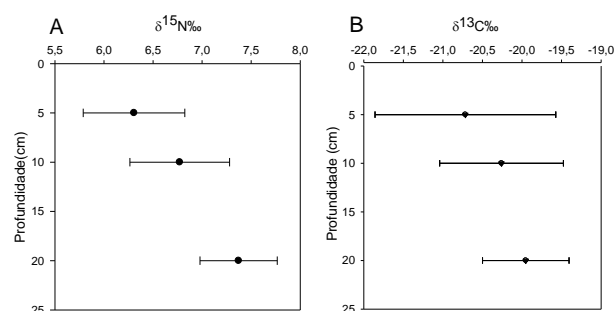


Figura 1 – (A) Relação entre o valor médio do $\delta^{15}N$ do solo (‰). (B) Relação entre o valor médio do $\delta^{13}C$ do solo (‰).

O valor médio da razão C/N no solo (~14,3) é menor que o encontrado em outros estudos em áreas de cerrado *sensu stricto* (Nardoto & Bustamante, 2003; Nardoto, 2005) e mata de galeria (Parron et al., 2004), permanecendo abaixo de 20:1, valor considerado como limite entre os processos de mineralização e imobilização de N (Killham, 1994).

Apesar da variação na concentração de $N-NH_4^+$ ao longo do ano, em todos os períodos amostrados

houve uma predominância de $N-NH_4^+$ em relação a $N-NO_3^-$ (Figura 2). As maiores concentrações de $N-NO_3^-$ ocorreram no período de transição seca-chuva, com $3,1 mg kg^{-1}$.

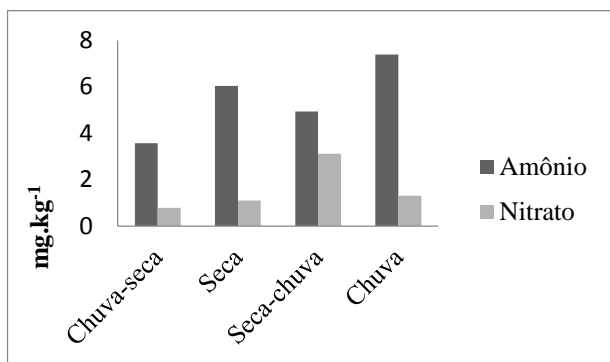


Figura 2 - N disponível no solo do SAF estudado, Sítio Dagrofloresta, Planaltina-DF.

Esta predominância de $N-NH_4^+$ em relação a $N-NO_3^-$ também foi observada em outros estudos em áreas de cerrado *sensu stricto* sem queimadas (Nardoto & Bustamante, 2003; Coletta et al., 2009). Ao comparar emissões de NO e N_2O em várias áreas de Cerrado, Davidson et al. (2000) perceberam que a predominância de NH_4^+ como forma inorgânica de N geralmente indica baixas emissões destes gases.

O estoque médio de C orgânico no solo do SAF foi de $43,6 Mg C ha^{-1}$ para os primeiros 20 cm de profundidade. Este valor de estoque de C, apresenta consonância com os valores encontrados em áreas de formação savânica do Cerrado (Lilienfein et al., 2001; Corazza et al., 2009; Miranda, 2012), contudo é inferior ao encontrado em áreas com formações florestais do Cerrado (ver Miranda, 2012, para uma revisão).

O valor médio de $\delta^{13}C$ do solo do SAF entre 0-20cm foi de $-20,3\%$, estes valores apresentaram incremento de acordo com o aumento da profundidade do solo.

Os valores encontrados para razão C/N indicam uma variação espacial na composição de serapilheira da área de SAF (20 x 20m) estudada.

O valor de $\delta^{13}C$ médio da serapilheira foi de $28,4\%$. Os cálculos do modelo de mistura isotópica para a área em questão apresentaram que aproximadamente 39% da matéria orgânica disponibilizada nos primeiros 20cm de solo do sistema, são provenientes do próprio SAF (100% composto por plantas do tipo C_3), implementado há cerca de 10 anos no momento do experimento.

CONCLUSÕES

O SAF avaliado, com 10 anos, apresenta incremento na disponibilidade de N, embora o

mesmo não tenha acontecido com relação ao seu estoque no solo. Este fato indica que há abertura na ciclagem de N e aumento de sua ciclagem externa no sistema. Além disso, a implementação do SAF proporcionou uma mudança significativa na dinâmica de C do sistema, resultante da transição de plantas do tipo C_4 (pastagem) para plantas do tipo C_3 (SAF).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa PIBIC/UnB pela bolsa de iniciação científica de Natália Rodovalho; ao Dr. Luiz Antonio Martinelli pela disponibilização do Laboratório de Ecologia Isotópica (CENA/USP) para treinamento do Ray Alves e pelas análises isotópicas; à Viviane Miranda, Gabriela Lira e Simone Mitre pela ajuda nas análises realizadas no Laboratório de Ecologia de Ecossistemas (ECL/UnB).

REFERÊNCIAS

- BUSTAMANTE, M.M.C., et al. $N-15$ natural abundance in woody plants and soils of central Brazilian savannas (cerrado). *Ecological Applications*, Washington, v.14, n.4, p. S200, S213, 2004.
- COLETTA, L.D., NARDOTO, G.B., LATANSIO-AIDAR, S.R., & ROCHA, H.R.D. (2009). Isotopic view of vegetation and carbon and nitrogen cycles in a cerrado ecosystem, southeastern Brazil. *Scientia Agricola*, 66(4), 467-475.
- CORAZZA, E.J., et al., Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte de depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.2, p425-432, abr./jun.1999.
- DAVIDSON, E.A.; KELLER, M.; ERICKSON, H.E.; VERCHOT, L.V.; VELDKAMP, E. Testing a conceptual model of soil emissions of nitrous and nitric oxides. *Bioscience*, Washington, v. 50, n. 8, p. 667-680, 2000.
- EMBRAPA. SISAP - Amazônia Oriental, 2011 (<http://www.cpaa.embrapa.br/portfólio/sistemadeproducao>). Acessado em 22 de abril de 2012.
- EMBRAPA - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos/ [editores técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos... et al.] - 2.ed. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. - 2. ed. rev. atual. - Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- HÖGBERG, P. Transley review No 95 - $N-15$ natural abundance in soil-plant system. *New Phytologist*, New York, v.137, n.2, p.179-203, 1997.
- LILIEFEIN, J., et al., 2001. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 164, no. 5, p.487-495.
- LOSS A., et al. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de



produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44 (1): 68-75, 2009.

MARTINELLI, L.A., et al. Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis. 2009. Editora Oficina de textos. 144p.

MIRANDA, S.C. Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2012

NARDOTO, G.B. Abundância natural de ^{15}N na Amazônia e Cerrado – implicações para a ciclagem de nitrogênio. 2005. 100 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2005.

NARDOTO, G.B.; BUSTAMANTE, M.M.C. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38, n. 8, p. 955-962, 2003.

PARRON, L.M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; CAMARGO, P.B. de; Composição isotópica de carbono e nitrogênio em solos e plantas de uma mata de galeria: efeito do gradiente topográfico. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 24 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 127).

PICOLLO, M.C.; NEILL, C.; CERRI, C.C. Net nitrogen mineralization and net nitrification along a tropical forest-to-pasture chronosequence. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.12, n. 1, p. 61-70, 1994.

RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. ed. Cerrado ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC, p. 89-166, 1998.

TAPIA-CORAL S.C., LUIZÃO F.J., WANDELLI, E., FERNANDES, C.M. Carbon and nutrient stocks in the litter layer of agroforestry systems in central Amazonia, Brazil. *Agroforestry Systems* 65:33–42, 2005.

VIANI, R.A.G; RODRIGUES, R.; DAWSON, T.E.; OLIVEIRA, R.S. Functional differences between woodland savannas and seasonally dry forests from south-eastern Brazil: Evidence from ^{15}N natural abundance studies. *Austral Ecology*, 36, 974-982, 2011.