



## Atividade de enzimas extracelulares em solo sob diferentes fitofisionomias do Cerrado <sup>(1)</sup>.

**Nilza da Silva Carvalho<sup>(2)</sup>; Sandra Mara Barbosa Rocha<sup>(3)</sup>; Vilma Maria dos Santos<sup>(4)</sup>; Ademir Sérgio Ferreira Araújo<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Programa de Excelência (PRONEX)

<sup>(2)</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal do Piauí (UFPI) - Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campos Socopo, Teresina – PI, CEP - 64.049-550, e-mail: niii18@hotmail.com; (Apresentadora); <sup>(3)</sup> Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Piauí, UFPI – CCA; <sup>(4)</sup> Pesquisadora do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Centro de Ciências Agrárias; <sup>(5)</sup> Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Centro de Ciências Agrárias- UFPI.

**RESUMO:** os microrganismos são importantes para a manutenção da sustentabilidade ambiental controlando funções-chaves no solo. Nesse sentido, variáveis que descrevam a atividade microbiana podem fornecer informações importantes sobre o status microbiológico e condições físico-químicas do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a atividade enzimática do solo sob diferentes fitofisionomias do cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, PI. Amostras de solo foram coletadas ao longo de um gradiente vegetacional com campo graminóide (CG), cerrado *sensu stricto* (CS) e cerradão (CD). A partir das amostras coletadas determinou-se a atividade enzimática geral do solo (hidrólise do FDA), a  $\beta$ -glicosidase, a fosfatase ácida, a urease e a arilsulfatase. A atividade de hidrólise do FDA, a  $\beta$ -glicosidase e a arilsulfatase apresentaram variações significativas entre as diferentes fitofisionomias, maiores valores foram encontrados nos solos sob cerradão. Por outro lado, maior atividade de fosfatase ácida foi observada no solo com campo graminóide. Em relação à urease, o solo sob cerradão apresentou valores mais elevados quando comparado ao cerrado *sensu stricto*. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre o campo graminóide e as formações florestais (cerrado *sensu stricto* e cerradão). Os resultados obtidos demonstram que as fitofisionomias do cerrado influenciam a atividade enzimática do solo. A atividade de hidrólise do FDA, a  $\beta$ -glicosidase, a arilsulfatase e a fosfatase mostrando-se sensíveis em detectar as mudanças ocorridas no solo promovido pelas diferentes fitofisionomias do cerrado no PN7C.

**Termos de indexação:** enzimas, microrganismos, savanas

### INTRODUÇÃO

Os cerrados brasileiros representam uma das mais ricas savanas do mundo, sendo cerca de 40% de suas espécies endêmicas (Oliveira et al., 2007). No Nordeste, os cerrados estão situados

principalmente nos estados do Piauí e Maranhão ocupando uma superfície de 20 milhões de hectares (Fernandes, 2006).

O Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C) localizado no estado do Piauí, constitui uma das mais importantes Unidades de Conservação do Cerrado, reunindo um patrimônio biológico, arqueológico e paisagístico de valor inestimável. Muitos estudos vêm sendo realizados no PN7C, no entanto a maioria aborda aspectos botânicos e faunísticos (Matos & Felfili, 2010) com informações insuficientes sobre a diversidade e atividade microbiana do solo.

Os microrganismos são importantes para a manutenção da sustentabilidade ambiental controlando funções-chaves no solo como a decomposição, o acúmulo de resíduos orgânicos e as transformações envolvendo a mineralização da matéria orgânica (Martins et al., 2010). Nesse sentido, variáveis que descrevam a atividade metabólica da comunidade microbiana do solo, podem ser utilizadas na avaliação de solos sob diferentes fitofisionomias vegetais, uma vez que respondem mais rapidamente às mudanças no ambiente do solo em comparação com as variáveis químicas e físicas (Buzinaro et al., 2009).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a atividade enzimática do solo sob diferentes fitofisionomias do Cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades - PI.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Nacional de Sete Cidades - (PN7C), (04° 02' - 08'S e 41° 40' - 45'W) localizado no Estado do Piauí. O clima da região é C<sub>2</sub>w<sub>2</sub>A'4a' (Thornthwaite & Mather, 1955), tropical subúmido-úmido, quarto megatérmico com pequena amplitude térmica anual. A temperatura média anual é de 26°C, com temperatura mínima anual de 16°C e temperatura máxima superior a 36°C. A precipitação média anual é de 1600 mm. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006).



Amostras de solo foram coletadas em três áreas ao longo de um gradiente vegetacional: campo graminóide (CG), cerrado *sensu stricto* (CS) e cerradão (CD). Em cada área foram coletadas 10 amostras simples na profundidade de 0 a 20 cm. Após a coleta, as amostras foram passadas em peneiras de 2 mm, acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e transportadas ao Laboratório de Análise do Solo (LASO/UFPI), Teresina, Piauí. Parte do material coletado foi mantido refrigerado (4°C) para avaliação da atividade enzimática, e outra destinada a avaliação das propriedades químicas do solo (Tabela 1).

### Análise enzimática

As atividades da fosfatase ácida (Tabatabai & Bremmer, 1970),  $\beta$ -glicosidase (Eivazi & Tabatabai, 1988) e arilsulfatase (Tabatabai & Bremmer, 1970) foram estimadas pela quantificação colorimétrica do p-nitrofenol resultante da ação das enzimas com os substratos específicos (p-nitrofenilfosfato, p-nitrofenil- $\beta$ -D-glicosídeo e p-nitrofenilsulfato). A atividade das enzimas foi avaliada a 37°C por 1h.

A atividade da urease foi mensurada por determinação da amônia liberada após a incubação do solo com uma solução de uréia a 37°C por 2 h (Kandeler & Geber, 1988).

A hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) foi determinada pelo método proposto por Swisher e Carrol (1980). Essa análise avalia a atividade de lipases, esterases e proteases capazes de hidrolisar compostos fluorescentes liberando fluoresceína.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo em três fitofisionomias no Parque Nacional de Sete Cidades.

Fitofisionomias	pH	P	COT	NT
	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	dag/kg <sup>-1</sup>	
CG	4,80	1,98	4,57	0,02
CSS	4,90	2,65	7,55	0,03
CD	4,71	2,80	8,31	0,03

Fitofisionomias : Campo Graminóide: (CG), Cerrado Senso Stricto: (CS), Cerradão: (CD).

### Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Assisat 7.7 (2014). Diferenças estatísticas entre as médias foram acessadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Além da análise univariada, o escalonamento multidimensional não métrico (NMS) foi utilizado para ordenar as fitofisionomias do cerrado

considerando a atividade enzimática do solo. Diferenças estatísticas entre as áreas foram analisadas usando o procedimento de permutação multi-resposta (MRPP), baseado na distância de Sorensen. As análises multivariadas foram realizadas utilizando o programa PC-ORD 6 (MjM Software, Gleneden Beach, OR, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade de hidrólise do FDA, a  $\beta$ -glicosidase e a arilsulfatase apresentaram variações significativas entre as diferentes fitofisionomias (**Tabela 2**). Maiores valores foram encontrados nos solos sob cerradão seguido pelo cerrado *sensu stricto* e menores no campo graminóide. Esses resultados demonstram que as enzimas  $\beta$ -glicosidase, arilsulfatase e a atividade de hidrólise do FDA apresentam potencial para predizer mudanças na atividade da biomassa microbiana em solos sob cerrado. Variações na atividade enzimática, geralmente refletem mudanças nas propriedades físico-químicas do solo (Yang et al., 2012). Assim, o teor de COT observados nos solos do PN7C (**Tabela 1**) pode ser um dos fatores envolvidos na resposta das enzimas as mudanças na cobertura vegetal. Estudos realizados em solos do cerrado tem demonstrado os efeitos da quantidade e da qualidade de matéria orgânica do solo na atividade de enzimas do solo (Mendes et al., 2012, Lopes et al., 2015). Mendes et al. (2012) observaram que a atividade da arilsulfatase foi a variável mais influenciada pelas diferentes fitofisionomias do cerrado.

Para a fosfatase ácida, maiores valores foram observados no campo graminóide (**Tabela 2**). O aumento da fosfatase nessa área deve estar relacionado ao teor de P (**Tabela 1**), uma vez que a atividade da fosfatase é fortemente influenciada pela disponibilidade de P no solo. Maior atividade da fosfatase tem sido associada a baixos teores P (Gatiboni et al., 2008).

Maior atividade da urease foi observada no solo sob cerradão em comparação ao cerrado *sensu stricto* (**Tabela 2**). No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre o campo graminóide e as formações florestais (**Tabela 2**). Os solos amostrados nesse estudo apresentaram teores semelhantes de NT (**Tabela 1**), o que pode ter influenciado a resposta da uréia.

O gráfico NMS representa a mudança ocorrida na atividade enzimática do solo em função das diferentes fisionomias vegetais (**Figura 1**). A ordenação explicou 96% da variação, o eixo 1 explicou 90% e o eixo 2, 6%. De acordo com a análise de MRPP, os locais amostrados nesse estudo foram separados em três grupos (**Figura 1**),



esse resultado indica que cada local avaliado apresenta características metabólicas distintas.

Entre as enzimas estudadas, apenas a urease não contribuiu para a separação das áreas (**Figura 1**), as demais foram fortemente correlacionadas com os eixos da ordenação.

### CONCLUSÕES

As fitofisionomias do cerrado influenciam a atividade enzimática do solo.

A atividade de hidrólise do FDA, a  $\beta$ -glicosidase, a arilsulfatase e a fosfatase mostraram-se sensíveis em detectar as mudanças ocorridas no solo promovidas pelas diferentes fitofisionomias do cerrado no PN7C.

### REFERÊNCIAS

BUZINARO, T. N. et al. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 2: 408-415, 2009.

EIVAZI, F., TABATABAI, M. A. Glucosidases and galactosidases in soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 601-606, 1988.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERNANDES, A. Fitogeografia brasileira. In: províncias florísticas. 3.ed. Fortaleza: Realce editora e Indústria Gráfica, 2006.131-165p.

GATIBONI, L. C. et al. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8: 1085-1091, 2008.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, 6: 68-72. 1988.

LOPES, A. A. C. et al. Air-drying and long-term storage effects on  $\beta$ -glucosidase, acid phosphatase and arylsulfatase activities in a tropical Savannah Oxisol. *Applied Soil Ecology*, 93: 68-77, 2015.

MARTINS, C. M. et al. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira Ciências do Solo*, 1883-1890, 2010.

MATOS, M. Q. & FELFILI, J. M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 24: 483-496. 2010.

MENDES, I. C. et al. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. *Plant and Soil*, 359: 183-195, 2012.

OLIVEIRA, M. E. A. et al. Classes de cobertura vegetal do Parque Nacional de Sete Cidades (transição campo-floresta) utilizando imagens TM/Landsat, NE do Brasil. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 13, Florianópolis, Anais (Proceedings) do XIII SBSR, 2007. p.1775-1783.

SILVA, F. de A. S. E. ASSISTAT versão 7.7 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 22 de Abril de 2015.

SWISHER, R. & CARROL, G. C. Fluorescein diacetate hydrolysis as an estimator of microbial biomass on coniferous needle surfaces. *Microbial Ecology Biology and Fertility*, 6:217-226p. 1980.

TABATABAI, M. A. & BREMNER, J. M. Arylsulphatase activity in soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 225-229, 1970.

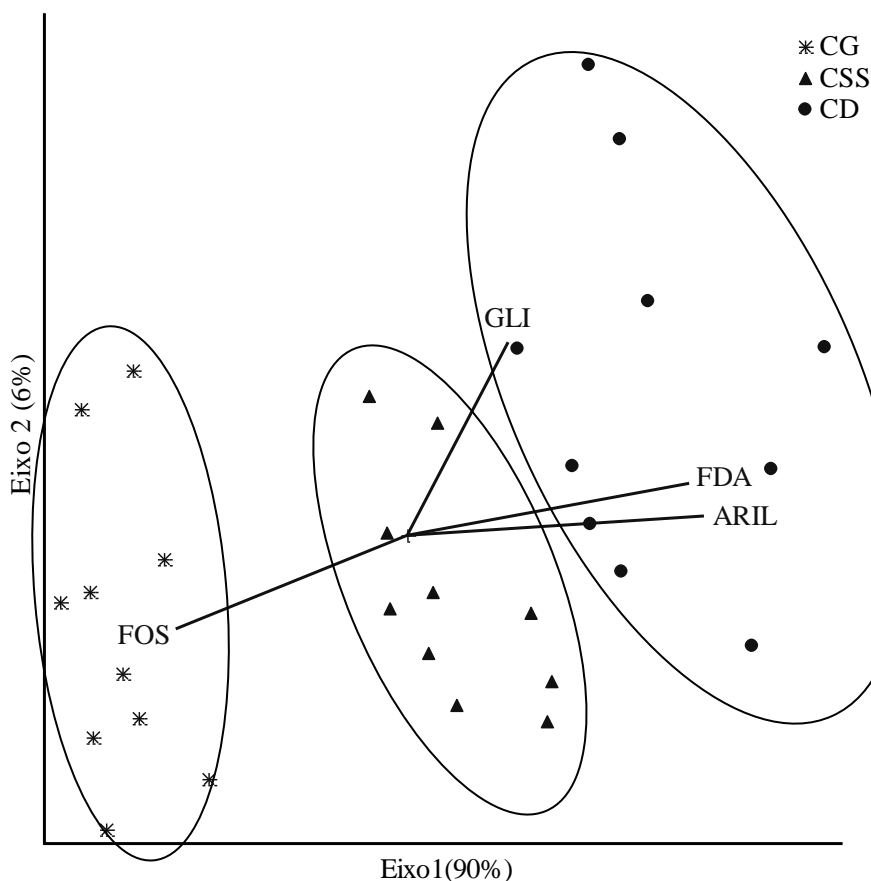
THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The water balance. Publications in: 32 Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

YANG, D. et al. Chemical and microbial properties in contaminated soils around a magnesite mine in northeast china. *Land Degradation and Development* 23: 256-262, 2012.

**Tabela 2.** Atividade enzimática sob diferentes fitofisionomias no Parque Nacional de Sete Cidades - PI

Fitofisionomias	FDA	$\beta$ -Glicosidase	Fosfatase	Arilsulfatase	Urease
	$\mu\text{g FDA g}^{-1} \text{ solo}^{-1}$	$\mu\text{g PNP g}^{-1} \text{ solo}^{-1}$	$\mu\text{g PNP g}^{-1} \text{ solo}^{-1}$	$\mu\text{g PNG g}^{-1} \text{ solo}^{-1}$	$\text{N-NH}_4 \text{ g}^{-1} \text{ solo}^{-1}$
<b>CG</b>	46,64 c	13,05 b	105,59 a	3,78 c	13,97 ab
<b>CS</b>	87,21 b	16,25 ab	97,65 b	11,27 b	13,10 b
<b>CD</b>	117,57 a	19,59 a	71,05 c	14,36 a	15,35 a

Fitofisionomias: Campo Graminóide: (CG), Cerrado *Sensu Stricto*: (CS), Cerradão: (CD). Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 1** – Mudanças na atividade enzimática do solo sob diferentes fitofisionomias no Parque Nacional de Sete Cidades - PI, de acordo com a ordenação NMS. Campo graminóide (CG), Cerrado *sensu stricto* (CS), Cerradão (CD). Os dados agrupados nas elipses não diferem estatisticamente pelo teste de MRPP a 5%. Os valores apresentados entre parênteses correspondem ao percentual da variação explicada pelos eixos da ordenação.