

# ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SOLO DO CERRADO PROVOCADOS PELA INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA

JACQUELINE HENRIQUE,  
JOAQUIM JOSE DE CARVALHO,  
JOSÉ GERALDO DELVAUX SILVA,  
JOSÉ MARIA RODRIGUES DA LUZ,  
JOSÉ EXPEDITO CAVALCANTE DA SILVA.

**RESUMO** - O Brasil tem um dos maiores *hotposts* de biodiversidade biológica do planeta, presente em seus seis biomas naturais. O Cerrado encontra-se disperso no território brasileiro, principalmente na região Central, é considerado o segundo maior bioma brasileiro em extensão territorial. A substituição da cobertura florestal nativa por cobertura composta por plantas domesticadas pelo homem tem promovido alterações ambientais nesse bioma. Assim, o objetivo desse estudo foi diagnosticar os impactos da inserção da cultura da soja nos atributos microbiológicos, físicos e químicos em amostras de solos do Cerrado. As amostras foram obtidas a partir de uma unidade produtiva localizado no município de Porto Nacional/TO com uma área de reserva ambiental e outra alterada com a introdução da cultura da soja durante o período seco e chuvoso. De modo geral, os solos com tempo de uso associado à mecanização agrícola pesada têm um maior grau de formação de camadas compactadas acima do limite da zona radicular efetiva da cultura da soja. A Unidade formadora de colônias (UFC/mL) foi maior, independente do período de coleta, na reserva ambiental que no talhão de plantio. A diversidade microbiana do solo do cerrado tocantinense foi confirmada pelo perfil do gradiente de desnaturação em gel de eletroforese (DGGE). A inserção da cultura de soja em Tocantins provocou alterações nos atributos do solo analisados nesse estudo e a remoção da vegetação nativa para o plantio tem influência sobre a quantidade de células e a diversidade microbiana do solo. Portanto, esses resultados mostram a importância da manutenção de área de reserva ambiental dentro das unidades de produção agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE** - Biomas; Diversidade biológica; Produção agrícola; Solo, Matopiba.

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores *hotposts* de biodiversidade biológica do planeta, devido principalmente à diversidade de solo, as condições ambientais e a extensão territorial continental [1]. O bioma Cerrado encontra-se disperso no território brasileiro, predominantemente, entre os paralelos, 2° S e 23° S, e meridianos, 45° W e 63° W, apresentando uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, grande parte deste encontra-se no Planalto Central, o que o torna o segundo bioma brasileiro em extensão [2]. Pelo posicionamento geográfico este bioma caracteriza-se de clima tropical. E por apresentar altitude média elevada, tem papel ecológico fundamental nas vazões das principais bacias hidrográficas brasileiras e do continente americano [3].

O nível de impacto da substituição da cobertura florestal nativa por cobertura composta por plantas domesticadas pelo homem está intimamente relacionado ao tipo de manejo do sistema produtivo adotado e das práticas agrícolas [4]. Desde

o final da década dos anos 1990, houve uma intensificação de pesquisas com o intuito de avaliar a qualidade do solo e a mensuração de alterações nos seus atributos físicos, químicos e biológicos que proporcionam uma intensificação de sistemas de uso e manejo, com objetivo de promover a utilização de sistemas de produção sustentáveis [5]. Todavia, nesse mesmo período de tempo, cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> da cobertura natural do Cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso [6]. Dessa forma, uma acelerada transformação da cobertura vegetal natural em artificial na ordem de 15% projetada para os próximos 10 anos, especialmente, na fronteira agrícola MATOPIBA, compreendendo terras situadas nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia tem sido observada [7].

Essa acelerada expansão da área plantada com a cultura da soja nesta fronteira agrícola, MATOPIBA, poderá atingir uma área equivale a 8,4 milhões de hectares, que em seu

limite superior poderá alcançar 11,0 milhões de hectares; a produção de soja nos estados que compreendem essa região deve passar de 20,5 milhões de toneladas de grãos em 2016/2017 para 26,5 milhões em 2026/27, em seu limite superior poderá atingir a marca de 33,0 milhões de toneladas de grãos, a depender da disponibilidade de água [7]. Mas, este predomínio do interesse econômico sobre a conservação do meio ambiente provoca como consequência imediata a degradação ambiental, por meio da perda da camada de solo agrícola e a redução da população de diversas espécies de plantas, microrganismos e de animais, além dos efeitos indiretos sobre o clima e a população humana [8].

Conforme Maciel [9], condições climáticas que propicie um acréscimo na temperatura média do ar de no mínimo 2,8 °C, acima do limite máximo ideal, associado a uma redução do volume pluviométrico diário torna, economicamente, inviável o cultivo da soja. O autor concluiu, também, que as épocas de semeadura, para esta cultura, que estão menos propensas a sofrer danos econômicos com as variações climáticas no bioma cerrado tocantinense estão entre 15/11 e 24/12.

O equilíbrio da biodiversidade em um ambiente depende da preservação de diversos fatores, bióticos e abióticos; dentre os quais está o solo, componente crítico da biosfera terrestre, de suma importância não apenas para este equilíbrio, mas também para os sistemas agropastoris [10]. Para o desenvolvimento de atividades agrícolas faz-se necessário a intervenção, parcial ou total, neste equilíbrio com a retirada da cobertura vegetal e movimentação do solo, tendo como consequência o incremento da oxidação biológica do C orgânico a CO<sub>2</sub>, contribuindo para o acréscimo da concentração desse gás na atmosfera, [11]. Nestas atividades, também, ocorre o consumo de combustíveis, de origem fósseis, e agrotóxicos, que apresentam níveis elevados de impactos negativos no meio.

Para a mitigação dos efeitos negativos que as atividades agropastoris provocam no ambiente, faz-se necessário a adoção de técnicas de manejo conservacionistas, como o plantio direto. O Brasil apresenta potencial significativo na drenagem de CO<sub>2</sub> por apresentar uma extensa área propensa ao plantio direto, 12 milhões de hectares, e sistemas de produção com elevada capacidade de acúmulo de resíduos, proporcionadas pelas práticas de manejo: rotação de culturas e cobertura morta. Fazendo-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que mensure os ganhos relacionados a utilização destas práticas, que dependem dos parâmetros edafoclimáticos do ambiente local, [12], [13].

Assim, o objetivo desse estudo foi diagnosticar os impactos da inserção da cultura da soja nos atributos biológicos, físicos e químicos em amostras de solos do Cerrado.

## II. METODOLOGIA

Os dados desse artigo foram obtidos de uma tese do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte da Universidade Federal do Tocantins que estudou os impactos das atividades antrópicas sobre o bioma

Cerrado após a inserção da cultura da soja da região da MATOPIBA [14]. Os detalhes específicos sobre as regiões geográficas utilizadas no estudo, as estratégias de amostragem e a metodologia de obtenção dos dados não mencionadas nesse artigo podem ser obtidos nessa tese.

### A. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E AMOSTRAGEM

As amostras do solo foram obtidas a partir de uma unidade produtiva localizada no município de Porto Nacional/TO que é uma região geográfica da superfície do bioma Cerrado Tocantinense com uma área de reserva ambiental e outra alterada com a introdução da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Para a composição dessa amostra, formada por 12 estações de coleta (Figura 1), utilizou-se a técnica de amostragem por conglomerados [14].

Em cada estação de coleta foram selecionadas aleatoriamente e equidistantes entre si para obtenção de amostras do solo que estavam dentro da área de plantio de soja e em áreas com cobertura vegetativa natural adjacentes às áreas de plantio, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Estações de coleta (pontos em amarelo) de amostras de solo dentro e fora da área de plantio de soja. Essa região de plantio está localizada no município de Porto Nacional/TO. Imagem: Google Earth, acesso: 11/09/2016.

Os dados de posicionamento terrestre, UTM, das estações de coleta nas unidades produtivas selecionadas foram mensuradas através de um receptor-GPSmap 76CSx (fabricante: GARMIN). As coordenadas geográficas das respectivas estações foram georreferenciadas pelo software online Google Earth entre os dias 08 e 11 de setembro de 2016 (Figura 1).

Em cada estação de coleta selecionada, após a mensuração do seu posicionamento terrestre, realizou-se a coleta dos corpos de prova de solo, utilizando um trado holandês. Essas amostras foram obtidas em três profundidades do solo (0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm) com 3 repetições por profundidade no período seco (setembro/2016) e período chuvoso (janeiro/2017). As profundidades do solo foram definidas em função da profundidade efetiva das raízes de soja que

é, em média, de 40 cm e também em função da atividade microbiana do solo.

### B. ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DOS CORPOS DE PROVAS

A capacidade total de água no solo foi estimada a partir de recomendação prática sugerida por Doorenbos e Kassam [15].

Uma série histórica de demanda hídrica da cultura da soja foi utilizada para estimativa das médias mensais das variáveis climatológicas: temperatura média do ar, precipitação e evapotranspiração potencial. A partir destas variáveis e da capacidade total da água do solo desenvolveu-se um balanço hídrico climatológico para a cultura [14]. Os dados climáticos utilizados foram obtidos da estação climática de Palmas (-10°11'27", -48°18'6") por se encontrar mais próximo da área de estudo.

Em cada estação de coleta mensurou-se a resistência do solo à penetração das raízes na profundidade de 0 a 100 cm, com intervalos de 2,5 cm utilizando o equipamento eletrônico penetrômetro (Falker – PLG 1020) com cone de 12,3 mm na extremidade da haste (Figura 2).



**Figura 2.** Mensuração da resistência à penetração das raízes no solo com o equipamento – Falker – PLG 1020.

A quantificação e a diversidade dos microrganismos no solo dos corpos de prova foram determinadas, respectivamente, pela contagem de células microbianas viáveis e pela técnica de gradiente de desnaturação em gel de eletroforese (DGGE) conforme descrito em Henrique [14] e Henrique et. al., [16].

### C. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS CORPOS DE PROVAS

O estudo foi realizado por estimativa utilizando técnicas de amostragens por conglomerados, aleatória simples e sistemática. As estimativas dos atributos físico, químico e biológico do solo foram desenvolvidos a partir de um nível de significância de 5% (p 0,05).

Os gráficos para apresentar as relações entre as variáveis foram confeccionados a partir dos softwares: Excel e Sigma PLOT.

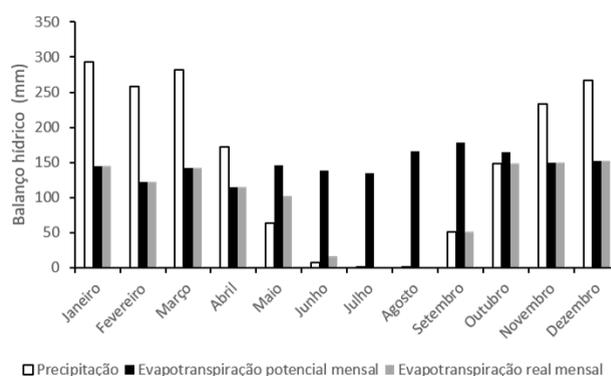
Os perfis de DGGE obtidos foram analisados e comparados no *Software Bionumerics* (Versão 5.1).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de água disponível no solo de textura média da região de estudo foi cerca de 1,2 mm/cm de solo. Segundo Bernardo [17], a água disponível total deste solo é de 48 mm. Essa diferença pode ser devido ao baixo volume de precipitações observado nos períodos de coleta das amostras (Figura 3). Nessa figura pode ser observado ainda que houve, entre os meses de maio e outubro, um aumento da evaporação potencial mensal e os valores da precipitação e evapotranspiração real mensal reduziram. Esses resultados podem também ter contribuído para o baixo valor de CAD.

A temperatura ambiente média da região de estudo varia entre 20 e 36 °C dependendo dos meses. Essa temperatura média favorece o desenvolvimento da cultura de soja. Segundo Farias et al. [18], uma correlação negativa entre o desenvolvimento da cultura e a temperatura do ambiente é ruim para produtividade da soja.

A lâmina de precipitação observada ao longo do ciclo de desenvolvimento dessa cultura é, em média, 7 a 8 mm/dia [16]. Apesar, do período chuvoso nessa região ter início em outubro, a inserção da cultura da soja na região de estudo pode contribuir para um aumento da retirada de água dos corpos hídricos, uma vez que a precipitação observada entre maio e outubro não é suficiente para atingir a demanda hídrica da cultura (Figura 3). Assim, para atender a demanda hídrica ideal a atividade de semeadura deve ocorrer no mês de novembro quando a precipitação mensal foi superior a 200 mm (Figura 3). Maciel [9] também sugere que essa atividade ocorre entre novembro e dezembro.



**Figura 3.** Balanço hídrico do município de Porto Nacional/ TO em 2016.

A resistência do solo a penetração das raízes foi diferente entre a área de reserva ambiental e o talhão de produção de soja (Figura 4). Essa diferença é maior no período seco que no chuvoso. Portanto, os resultados apresentados nessa figura mostram que o talhão de plantio pode ter uma maior compactação do solo que a reserva ambiental.

Entretanto, a estimativa da profundidade correspondente ao nível crítico da resistência à penetração das raízes mostra que as porções de solos avaliados com cobertura vegetal natural e com cultivos de soja tendem a apresentar semelhanças nas profundidades do solo que ocorre o limite crítico ao desenvolvimento das plantas da cultura da soja (Tabela 1). De acordo com Henrique [14], pode se predizer que a prática de manejo do solo utilizada nesta unidade produtiva pouco afetou o adensamento do solo; pois, o nível crítico da resistência à penetração das raízes, somente, ocorre a uma profundidade superior a profundidade efetiva das raízes da cultura, que é de 400 mm. Nessa área de cultivo no período de plantio que ocorre no período úmido, a profundidade do solo na resistência à penetração das raízes crítica foi de 611,09 mm (Tabela 1).

**Tabela 1.** Capacidade de penetração das raízes no solo, em mm, em função de sua resistência sob diferentes condições de umidade.

Área de coleta	Resistência do solo (Mpa)			
	Seco		Úmido	
	1,5	2,0	1,5	2,0
	Profundidade do solo (mm)			
Talhão de plantio	58,20	65,34	103,55	611,09
Reserva Ambiental	56,05	69,57	481,59	536,03

Na reserva ambiental durante o período seco, a resistência à penetração das raízes em função do perfil do solo apresentou um comportamento linear até 200 mm de profundidade (Figura 4A). Dessa forma, o solo teve uma baixa resistência à penetração das raízes. Essa mesmo local durante o período chuvoso, a resistência à penetração das raízes foi muito baixa podendo chegar até 500 mm (Figura 4B). Segundo Henrique [14], a área de reserva ambiental tem ocorrência de cascalho, raízes adventícias ao longo do perfil do solo e uma calha natural de escoamento d'água superficial.

No talhão de produção durante o período seco, foi observado uma grande variação na resistência à penetração das raízes em função do perfil do solo com um comportamento quadrático (Figura 4C). No período chuvoso, o talhão de plantio e na reserva ambiente apresentaram um comportamento semelhante na resistência à penetração das raízes ao longo do perfil do solo (Figura 4D). Henrique [14] relatou que na área de cultivo há ocorrência de plantas invasoras e cascalho na superfície e ao longo do perfil do solo.

De modo geral, os solos com tempo de uso associado à mecanização agrícola pesada têm um maior grau de formação de camadas compactadas acima do limite da zona radicular efetiva da cultura da soja [14]. Segundo esse autor, a formação dessas camadas compactas teve com maior intensidade na unidade de plantio de soja com cerca de 10 anos que nas unidades de cultivo do município de Pedro Afonso/TO que tinha somente três anos de uso agrícola. Portanto, a inserção da cultura da soja no Cerrado tocantinense deve ser estudada para avaliar os impactos causados ao solo ao longo do tempo de mecanização agrícola, uma vez que muitas

unidades produtivas do estado apresentam pouco tempo de cultivo dessa cultura.

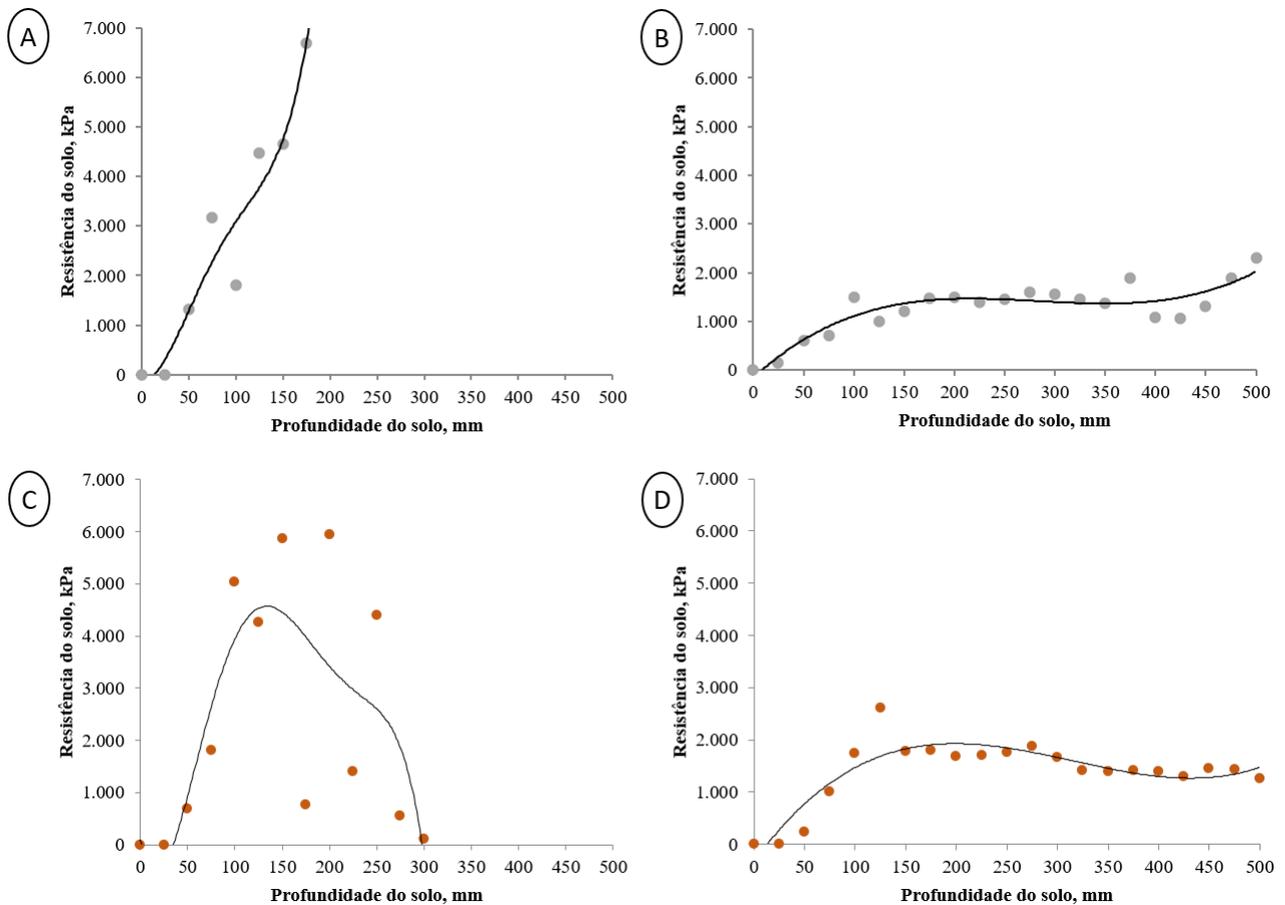
A Unidade formadora de colônias (UFC/mL) foi maior, independente do período de coleta, na reserva ambiental que no talhão de plantio (Figura 5). Essa contagem também reduz em função da profundidade do solo. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Henrique et al. [16]. Segundo esses autores, a substituição da cobertura vegetal natural do solo por soja pode estar alterando os habitats microbianas nas regiões de Cerrado analisadas.

Na área de reserva ambiental, a UFC de actinomicetos e bactérias foram maiores no período chuvoso que no seco e não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na UFC dos fungos entre esses os períodos de amostragem (Figura 5 A). Esse mesmo padrão foi observado no talhão de plantio, porém nesse ambiente a variação na UFC de actinomicetos e bactérias foi menor entre o período seco e chuvoso (Figura 5B). Em adição, em ambos os locais de coleta das amostras do solo observou-se uma quantidade alta de UFC/mL de actinomicetos. Esses microrganismos são os principais responsáveis pela fixação do nitrogênio [20]. De acordo com Henrique et al. [16], a preservação desse microrganismo na área de plantio pode reduzir a necessidade de adubação nitrogenada.

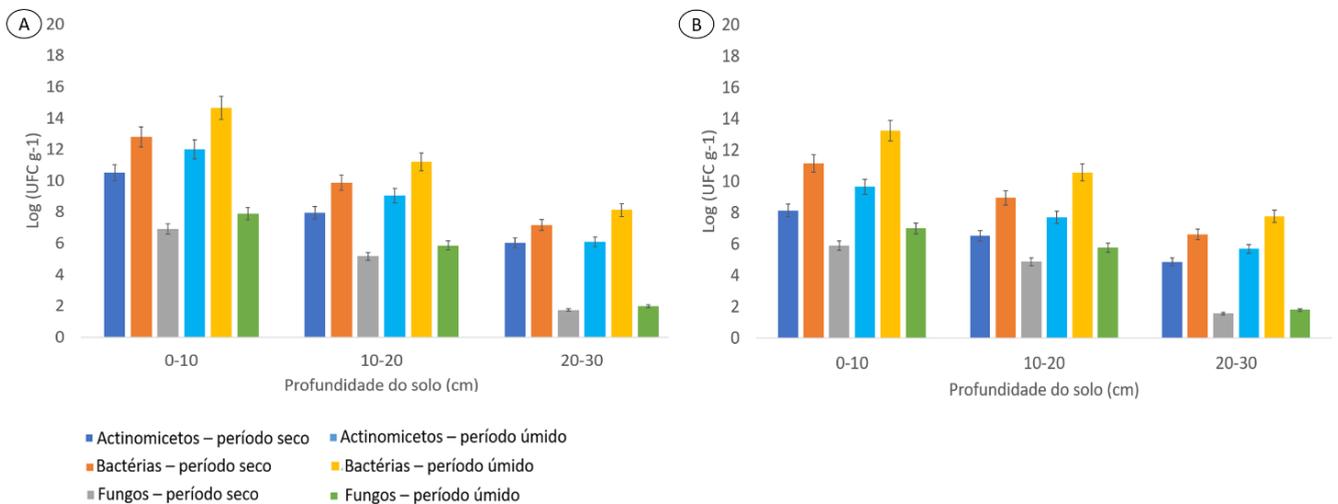
As bactérias totais que incluem também os actinomicetos tem uma gama de diversidade de habitats e nichos ecológicos que contribuem para manutenção do equilíbrio dinâmico dos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes do solo [21] [22]. A fixação de nitrogênio, a solubilização de minerais, a degradação de polímeros e a produção de fator de crescimento vegetal são alguns nichos ecológicos das bactérias. Os fungos são os principais microrganismos que estabelecem interações ecológicas simbióticas com as raízes das plantas e contribuem para obtenção de nutrientes do solo e crescimento vegetal [20]. Os fungos também tem uma importância biológica no ciclo biogeoquímico do carbono, do fósforo e do nitrogênio, uma vez que eles são os principais microrganismos que degradam a matéria vegetal morta liberando esses nutrientes no solo [23]. Assim, os resultados desse estudo são de grande relevância para o estabelecimento de área de preservação ambiental e monitoramento das alterações sobre a comunidade microbianas do solo após a inserção de novas culturas vegetais.

A diversidade microbiana do solo do cerrado tocantinense foi confirmada pelo perfil de DGGE (Figura 6). Nessa figura, a diversidade é mostrada pela variação da intensidade das bandas na vertical e a quantidade dos genes 16S rDNA e 18 S rDNA pelo tamanho da linha na horizontal. Com exceção da comunidade de actinomicetos, a diversidade da comunidade microbiana é maior na superfície do solo que nas outras profundidades (Figura 6). Esse resultado pode ser devido à atividade biológica de fixação de nitrogênio dos actinomicetos. O gene *nifH* responsável pela fixação biológica do nitrogênio é mais predominante em actinomicetos que em outros bacterianos em amostras de solo do cerrado [24].

O perfil de DGGE da comunidade de fungos, em ambos os



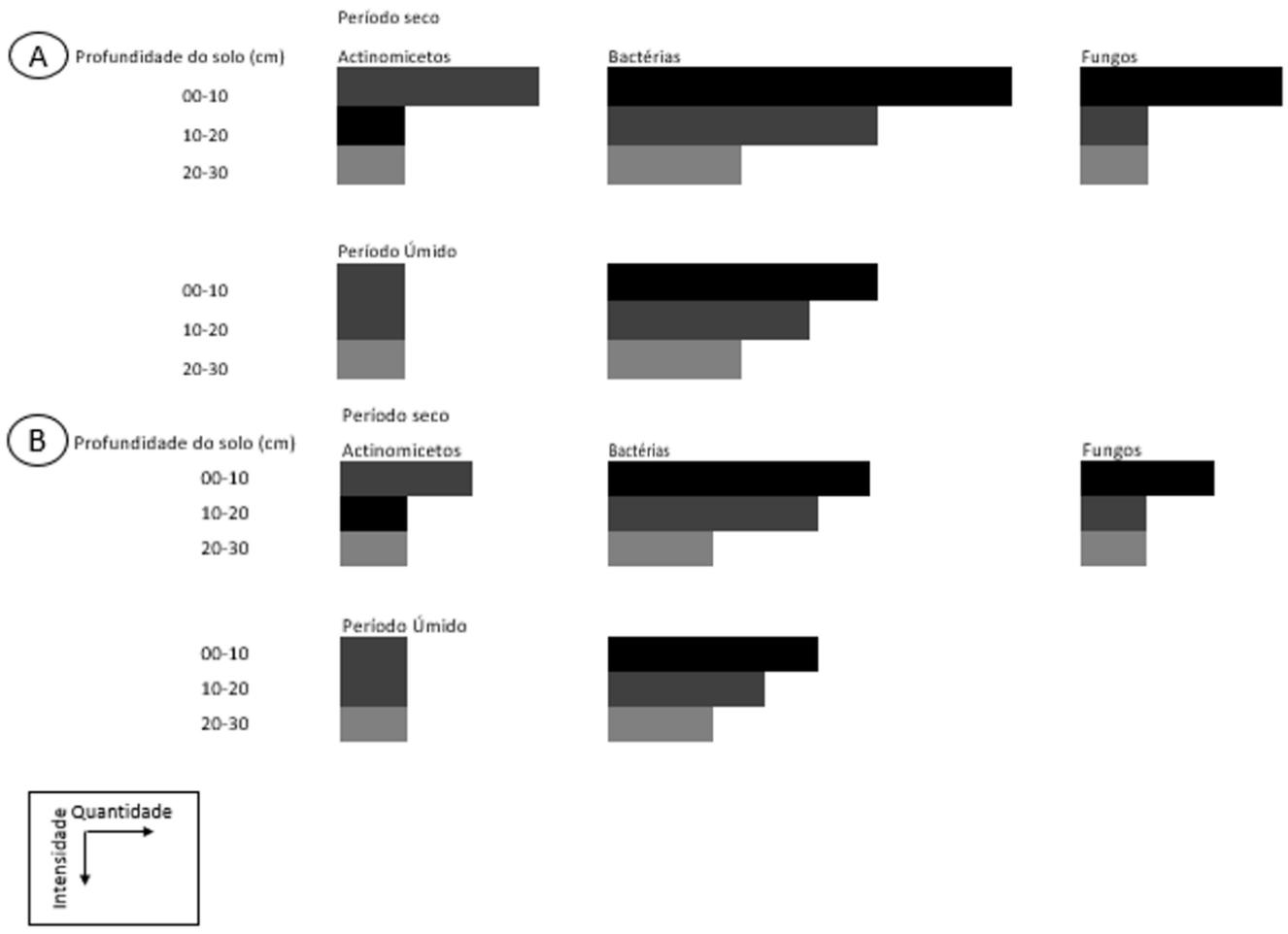
**Figura 4.** Resistência do solo à penetração das raízes em função profundidade do solo em áreas de reserva ambiental (A e B) e talhão de cultivo (C e D) durante o período seco (A e C) e chuvoso (B e D) localizadas em Porto Nacional/TO.



**Figura 5.** Unidade formadora de colônias (UFC/mL), períodos: seco e úmido, em função da profundidade do solo ((0 – 10, 10-20, 20-30 cm) de uma área de reserva ambiental (A) e em um talhão de plantio (B) localizados no município de Porto Nacional/TO.

locais de coletas das amostras, não teve efeito significativo em função da umidade do solo (Figura 6). Entretanto, uma redução da intensidade e quantidade de bandas foi observado

entre as profundidades do solo. Os fungos são seres vivos aeróbios ou anaeróbios facultativos e a limitação de oxigênio devido à infiltração de água e as profundidades do solo pode



**Figura 6.** Esquema de bandas do perfil de gradiente de desnaturação em gel de eletroforese (DGGE) dos genes 16S rDNA e 18S rDNA das amostras do solo coletadas nos períodos seco e úmido em uma área de reserva ambiental (A) e em um talhão de plantio de soja (B) localizados no município de Porto Nacional/TO.

contribuir para uma redução na quantidade células fúngicas [22] [23].

Uma comparação entre unidades de produção de soja localizadas em três distintos pontos do estado de Tocantins mostrou que a unidade de produção de Porto Nacional/TO tem uma maior taxa de endemismo com padrão de bandas dos genes de nifH e dos fungos micorrízicos arbusculares [14] [16]. Esses autores acrescentam que algumas bandas de DGGE presentes no talhão de plantio não foram observadas na área de reserva ambiental e o avanço da área de produção agrícola sobre o solo do Cerrado é preocupante devido a taxa de microrganismos endêmicos observados. Para controlar o problema, seria interessante o desenvolvimento de política pública de preservação ambiental.

#### IV. CONCLUSÕES

A inserção da cultura de soja no estado de Tocantins provoca alterações nos atributos microbiológicos, físicos e químicos do solo do Cerrado. A remoção da vegetação nativa para plantio tem influência sobre a quantidade de UFC/mL e na diversidade microbiana desse solo, o que demonstra a impor-

tância da manutenção de área de reserva ambiental dentro das unidades de produção agrícola.

#### Referências

- [1] DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Documento 402. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (2014).
- [2] BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de Latossolos. Cadernos de Ciência Tecnologia, Brasília, v. 22, n. 1, p. 153-168, jan/abr. 2005.
- [3] LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. da. Estimativa da contribuição hídrica superficial do cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. Anais. CD-ROM, 2007.
- [4] SILVA, M.B. DA; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M.; LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.1755-1761, 2007.
- [5] NEVES, C.M.N. DAS; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; CARDOSO, E.L.; MACEDO, R.L.G.; FERREIRA, M.M.; SOUZA, F.S. de. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. Scientia Forestalis, n.74, p.45-53, 2007.
- [6] KLICK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do cerrado brasileiro. Megadiversidade, Belo Horizonte, v. 1, p. 147-155, 2005.
- [7] MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Projeções do Agronegócio – Brasil 2016/17 a 2026/27. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica>

agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf. Acesso: 13/01/2018.

- [8] OLIMPIO, J.A.; MONTEIRO, L. M. DO S. Impacto ambiental da produção de grãos no cerrado piauiense. 01/12/2008. Disponível em: <http://www.emater.pi.gov.br/artigo.php?id=390>. Acesso: 10/01/2018.
- [9] MACIEL, G.F. Impactos econômico-financeiros das variações climáticas sobre os cultivos de arroz e soja no estado do Tocantins. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2010.
- [10] DORAN, J.W. PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdocek, D.F. Stewart, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-35. (Publication, 35).
- [11] REICOSKY, D.C., FORCELLA, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. J. Soil Water Conserv., 53:224-229, 1998.
- [12] PARFITT, R. L.; THENG, B.K.G.; WHITTON, J.S., SHERPHERD, T.G. Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. Geoderma, 75:1-12, 1997.
- [13] ALVAREZ, R., LAVADO, R.S. Climate, organic matter and clay content relationship in the Pampa and Chaco soils, Argentina. Geoderma, 83:127-141, 1998.
- [14] HENRIQUE, J. Impacto de atividades antrópicas, provocadas pela inserção da cultura da soja, sobre a microbiota e atributos químicos de solos do bioma Cerrado no Estado do Tocantins-Brasil. Universidade Federal do Tocantins, 62p., 2019.
- [15] DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Tradução de Gheyi, H.R. et al. Campina Grande, UFPB, 1994.
- [16] HENRIQUE, J., Luz, J. M. R., CARVALHO, J.J., SILVA, J. E.C., SILVA, J.G.D., SANTOS, E. A. Anthropic Impacts on Microbiota and Chemical Properties of Cerrado Soil Through Soybean Cultivation. Journal of Agricultural Science, v. 11, p. 274, 2018.
- [17] Bernardo, S; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 625 p, 2006.
- [18] FARIAS, J.R.B.; NEPUMUCNO, A.L., NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2007. 9p. (Circular técnica, 48).
- [19] MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009.
- [20] MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006.
- [21] MADIGAN, M.T. ... [et al.]. Microbiologia de Brock [recurso eletrônico]; tradução: Maranhão, A. Q. ... [et al.]. – 12. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [22] TORTORA G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. Microbiologia. 10ª Ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 934p. 2014.
- [23] GUARDA, P. M., LUZ, J. M. R., GUARDA, E. A., SILVA, J.E.C. IN: SILVA, C. A., GUARDA, P.M., MENDONÇA, P.C, NASCIMENTO, F. N., GUEDES, V. R.; SOUZA, M. L. O., SILVA, J. B. A (Org.). Tópicos especiais em biotecnologia e biodiversidade. 1 ed. Curitiba: Editora CRV Ltda, 2019, v. 4, p. 1-178.
- [24] DA SILVA, M.R.S.S. Diversidade de comunidades bacterianas de solo de Cerrado em resposta a diferentes alterações dos ecossistemas. Tese, Universidade de Brasília, 140p. 2012.



**JOAQUIM JOSE DE CARVALHO**

Formação em medicina veterinária pela faculdade anhanguera de Anápolis, pós graduado em bovinocultura de leiteira. Atua como gerente e médico veterinário na agropecuária GL, Luziânia-GO.



**JOSÉ GERALDO DELVAUX SILVA**

Médico veterinário pela Universidade Federal de Uberlândia, pós graduando em Pecuária Leiteira pela Rehagro. Atua como veterinário responsável pela Fazenda Vera Cruz, Cristalina-GO.



**JOSÉ MARIA RODRIGUES DA LUZ**

Médica veterinária graduada pelas FACIPLAC (2011), mestre em Ciências Animais pela Universidade de Brasília (2015) e doutora em Biologia Animal pela Universidade de Brasília (2019). Atua na área de reprodução animal e biotecnologias da reprodução. Docente no Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro Oeste - UNIDESC.



**JOSÉ EXPEDITO CAVALCANTE DA SILVA**

Médica veterinária graduada pelas FACIPLAC (2011), mestre em Ciências Animais pela Universidade de Brasília (2015) e doutora em Biologia Animal pela Universidade de Brasília (2019). Atua na área de reprodução animal e biotecnologias da reprodução. Docente no Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro Oeste - UNIDESC.



**JACQUELINE HENRIQUE**

Possui graduação em licenciatura plena em física pela Fundação Universitária de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão (1988), graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (1993) e mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (1996). Atualmente é professora do Centro Universitário Luterano de Palmas e foi durante dois anos professora do Instituto de Ensino Superior de Porto Nacional. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de água e solo, atuando principalmente nos seguintes temas: irrigação, irrigação por sulcos, desempenho, avaliação e manejo de irrigação.

professora do Instituto de Ensino Superior de Porto Nacional. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de água e solo, atuando principalmente nos seguintes temas: irrigação, irrigação por sulcos, desempenho, avaliação e manejo de irrigação.