



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASSOCIADOS A GRAMÍNEAS
NATIVAS DO GÊNERO *AXONOPUS***

LEMERSON DE OLIVEIRA BRASILEIRO

Brasília - DF
2017

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASSOCIADOS A GRAMÍNEAS
NATIVAS DO CERRADO DO GÊNERO *AXONOPUS***

LEMERSON DE OLIVEIRA BRASILEIRO

Monografia apresentada como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Alessandra Monteiro de Paula

**Brasília-DF
2017**

LEMERSON DE OLIVEIRA BRASILEIRO

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASSOCIADOS A GRAMÍNEAS
NATIVAS DO CERRADO DO GÊNERO AXONOPUS**

Monografia apresentada como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Doutora Alessandra Monteiro de Paula

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 06/12/2017

Doutora Alessandra Monteiro de Paula
Universidade de Brasília – UnB
Orientadora

Doutora Selma Regina Maggiotto
Universidade de Brasília – UnB

Doutora Lurdineide de Araújo Barbosa Borges
Universidade de Brasília – UnB

FICHA CATALOGRÁFICA

BRASILEIRO, Lemerson de Oliveira.

“Fungos micorrízicos arbusculares associados a gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus*”/Orientação; Alessandra Monteiro de Paula. Brasília, 2017 - 32 p.

Monografia de graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRASILEIRO, L. O. Fungos micorrízicos arbusculares associados a gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus*. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília – UnB, 2017, 32 p. Trabalho de conclusão de curso.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor: Lemerson de Oliveira Brasileiro

Título da monografia de conclusão de curso: Fungos micorrízicos arbusculares associados a gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus*

Grau: 3º **Ano:** 2017.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

LEMERSON DE OLIVEIRA BRASILEIRO.

CPF: 035.784.251-09

SHSN Ch. 51 Conjunto B casa 26, Ceilândia.

CEP: 72243-104 Brasília-DF, Brasil.

Telefone: (61) 9-8519-7702

E-mail: lemerson.oli@gmail.com

Dedicatória

A todos os leitores que farão o seu bom uso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado esta oportunidade e pela saúde e força para concluir este trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo grande apoio emocional e acompanhamento desta etapa da minha vida.

À professora Alessandra Monteiro de Paula pela valiosa orientação, apoio e confiança ao longo deste caminho.

À banca examinadora da defesa do TCC, professora Selma Regina Maggiotto e Lurdineide de Araújo Barbosa Borges pela grande contribuição no trabalho.

Às instituições Universidade de Brasília, Universidade Federal da Paraíba e Universidad Nacional de La Plata pelas quais passei cumprindo a minha formação

Ao professor Jader Galba Busato e ao técnico Marcelo do laboratório de química do solo pela contribuição na realização das análises químicas do solo.

Aos amigos da UFPB que compartilharam comigo os melhores momentos no início dessa jornada de graduação Rinaldo, Renato, Alex, Mateus, Expedito, Vanda, Galileu, Ewerton.

Aos “migos” Nathálinha, Rayane, Stefany, Gabriel e Marcos.

Aos colegas e amigos do Laboratório de microbiologia do solo FAV/UnB Alberto, Dai, Mateus, Plínio, Natália, Elton.

Ao Mestre e amigo Daniel por toda a força e contribuição nesse trabalho

À Aline Mares e ao Thales de Castro, grandes amigos que sempre estiveram presentes desde que cheguei na UnB, por todas as vezes que me acompanharam fazendo da minha estadia mais linda.

BRASILEIRO, LEMERSON DE OLIVEIRA. **Fungos micorrízicos arbusculares associados a gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus***. 2017. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a presença dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em espécies de gramíneas nativas do Cerrado. O estudo foi realizado em duas áreas do Distrito Federal caracterizadas como fragmentos de Cerrado *sensu stricto*. Foram coletadas as raízes e o solo adjacente de plantas do gênero *Axonopus*, selecionadas aleatoriamente na área de estudo através das quais foram avaliadas a taxa de colonização micorrízica e a abundância de esporos de FMA, bem como a caracterização das espécies de FMA com base em aspectos morfológicos dos esporos e a análise química do solo adjacente. A maior taxa de colonização foi observada na amostra de *Axonopus* sp. (95%) e o menor valor para a amostra de *Axonopus aureus* (59%). A densidade média dos FMAs foi de 430 no Parque Ecológico Bernardo Sayão e de 619 na APA Paranoá. A diversidade de Espécies de FMA foi de 15 espécies sendo o *Glomus macrocarpum* a espécie predominante compreendendo mais de 50% do total de esporos em todas as amostras. Em relação aos dados químicos das amostras os resultados foram semelhantes tendo maior divergência na Matéria orgânica com médias de 3,78 dag Kg⁻¹ no Parque Ecológico Bernardo Sayão e de 5,82 dag Kg⁻¹ na APA Paranoá.

Palavras chave: Cerrado preservado, Gramíneas nativas, associação micorrízica, *Glomus macrocarpum*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Extensão do bioma Cerrado Brasileiro	14
Figura 2. Representação do bioma Cerrado com destaque às áreas de vegetação nativa (verde), antrópicas (rosa) e massas d'água (azul).	16
Figura 3. Pontos de coleta destacados em formato de estrela na APA Paranoá.....	18
Figura 4. Pontos de coleta destacados em formato de estrela no Parque Ecológico Bernardo Sayão.....	18
Figura 5. Equipe de coleta das amostras de plantas e solos.	19
Figura 6. Esquema do método utilizado para contagem da taxa de colonização micorrízica.	20
Figura 7. Solo seco de diferentes amostras separados em bécker de 50 mL para a extração de esporos	21
Figura 8. Taxa de colonização micorrízica em plantas do gênero <i>Axonopus</i> coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF. (Aa – <i>Axonopus aureus</i> ; Ab – <i>Axonopus barbigerus</i> ; As – <i>Axonopus</i> sp.)	24
Figura 9. Frequência relativa (%) das espécies recuperadas em 50g do solo adjacente coletado das espécies <i>Axonopus barbigerus</i> , <i>Axonopus aureus</i> e <i>Axonopus</i> sp. coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF.....	28
Figura 10. Esporos extraídos das diferentes amostras de solo associados às raízes de gramíneas do gênero <i>Axonopus</i> , coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF. <i>Gigaspora</i> sp 1.(A), <i>Glomus macrocarpum</i> (B), <i>Scutellospora</i> sp (C), <i>Scutellospora cerradensis</i> (D), <i>Scutellospora scutata</i> (E), <i>Glomus</i> sp.(F), <i>Rhizophagus clarus</i> (G), <i>Acaulospora scrobiculata</i> (H), <i>Gigaspora</i> sp 2. (I)	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das amostras de plantas do gênero <i>Axonopus</i> e solo adjacente às raízes, coletadas no Parque Ecológico Bernardo Sayão (PEBS) e na APA do Paranoá, Distrito Federal.....	18
Tabela 2. Taxa de colonização micorrízica de plantas do gênero <i>Axonopus</i> e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares associados às raízes, coletadas em remanescente de Cerrado nativo, em Brasília, DF.....	23
Tabela 3. Dados de análise química do solo adjacente as amostras coletadas.....	25
Tabela 4. Ocorrência e riqueza de espécies de FMAs recuperadas em 50 mL do solo adjacente coletado das espécies <i>Axonopus barbigerus</i> , <i>Axonopus aureus</i> e <i>Axonopus</i> sp.	27

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Objetivo geral	12
2.1. Objetivos Específicos	12
3. Referencial teórico	13
3.1. Fungos Micorrízicos Arbusculares	13
3.2. Gramíneas nativas do bioma Cerrado	14
3.3. Uso de gramíneas nativas na recuperação de áreas degradadas no Cerrado	15
4. Material e Métodos	17
4.1. Locais e período de coleta	17
4.2. Avaliações	19
4.2.1. Colonização micorrízica	19
4.2.2. Abundância de esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares	20
4.2.3. Separação dos esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares de acordo com características morfológicas	21
4.3. Caracterização química do solo	22
5. Resultados e Discussão	22
5.1 Colonização micorrízica	22
5.2 Caracterização do solo	24
5.3 Espécies de FMA	27
6. Conclusões	30
7. Referências Bibliográficas	30

1. Introdução

O bioma Cerrado tem passado por alterações resultantes de diversas atividades, desde a extração de ouro no período colonial até a utilização de áreas de Cerrado para agricultura após a revolução verde, iniciada em 1970 (Della Giustina, 2013), atividades essas que resultaram no surgimento e expansão de áreas degradadas.

A degradação de uma paisagem natural pode ser constituída da perda da biodiversidade, presença de espécies exóticas, baixos teores de nutrientes e matéria orgânica do solo acarretando em modificações dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, como as relações hídricas e a diversidade de organismos edáficos (Gomide, 2009). Os componentes que contribuem para este estado são inúmeros e resultam de processos naturais associados ou não à atividade antrópica tais como: atividades vulcânicas, deslizamentos de terra, inundações, erosão do solo, queimadas, atividades de mineração, revolvimento excessivo do solo e desmatamentos (Soares e Carneiro, 2008).

Dentre os atributos que avaliam o estado de degradação dos solos, destacam-se os microbiológicos e bioquímicos, parâmetros importantes porque são capazes de mostrar como está ocorrendo o processo de recuperação abaixo da superfície do solo, distinguindo-se da análise falha que observa puramente os aspectos visuais da cobertura. A análise desses dois parâmetros pode contribuir significativamente para adoção de estratégias que visam a recuperação de áreas degradadas (Silveira et al., 2006).

A recuperação de áreas do Cerrado é prejudicada por espécies invasoras que encontram na escassa cobertura do solo degradado uma oportunidade de estender-se, como o caso do capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) encontrado cobrindo extensas áreas em unidades de conservação. A presença dessa gramínea nessas áreas evidencia a necessidade de controle de espécies exógenas para que haja restabelecimento de gramíneas nativas do Cerrado (Martins et al., 2004).

O trabalho com espécies nativas com intuito de recuperar áreas de preservação degradadas é essencial, pois visa a manutenção da flora e da fauna características do Cerrado. Além disso, espécies nativas apresentam potencial de desenvolvimento em áreas com histórico de exploração humana (Neri et al., 2011).

Muitas das espécies nativas do Cerrado possuem a habilidade de formar associações simbióticas com alguns fungos do solo, denominadas de fungos micorrízicos arbusculares (Souza et al., 2008). Essa simbiose é de grande importância em processos de revegetação em áreas degradadas ou em processo de recuperação, pois através dela as plantas são capazes de tolerar condições de baixa disponibilidade de recursos, como água e nutrientes.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são responsáveis por promover na planta nativa uma maior produção de matéria seca, além de promover diferenças na capacidade de absorção de alguns insumos, o que resulta em acréscimo significativo em seu desenvolvimento (Martins et al 1999).

Tal importância da contribuição dos fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento das gramíneas evidencia o potencial que existe nos estudos aplicados dessa relação para a construção de estratégias que possibilitem um rápido estabelecimento das plantas nas áreas em degradação e, adicionalmente, auxiliem no controle da infestação de espécies exóticas em áreas de recuperação.

2. Objetivo geral

Avaliar a presença das micorrizas arbusculares em espécies de gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus*.

2.1. Objetivos Específicos

- Avaliar a taxa de colonização micorrízica arbuscular em espécies de gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus* em áreas preservadas.
- Identificar as espécies de fungos micorrízicos arbusculares dominantes na associação com gramíneas nativas do Cerrado do gênero *Axonopus* em áreas preservadas.
- Relacionar os aspectos químicos do solo com a presença da micorriza arbuscular.

3. Referencial teórico

3.1. Fungos Micorrízicos Arbusculares

Estudos evidenciam que a origem dos fungos micorrízicos data de cerca de 400 milhões de anos muito depois do surgimento de fungos saprofitos que datam de 1 bilhão de anos. Tal característica sugere que, para sobreviver, fungos e plantas foram desenvolvendo relações tais que permitissem a coexistência de organismos assimilares (Siqueira e Moreira, 2002).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), para completar seu ciclo de vida, precisam estar associados com a raiz de uma planta viva, que lhe forneça carbono e todos os fatores necessários para o seu desenvolvimento e esporulação sendo, portanto, organismos simbiotes obrigatórios (Siqueira e Moreira, 2002). Com essa associação as plantas aumentam a sua capacidade em acessar minerais escassos ou de baixa mobilidade no solo, em especial o fósforo, conferindo um aumento das taxas de crescimento e desenvolvimento da planta hospedeira (Cardoso et al., 2008).

Sendo a associação mutualística mais comum encontrada em ecossistemas naturais e agroecossistemas, essa associação pode ser detectada em raízes de Pteridófitas, Gimnospermas e Magnoliófitas, e na maioria dos ecossistemas naturais como dunas, florestas tropicais, desertos, savanas, pradarias, agroecossistemas e áreas degradadas (Souza et al., 2008).

No bioma Cerrado essa associação se destaca por sua presença em um grande número de plantas nativas dentre as quais, leguminosas, espécies arbóreas e gramíneas, resultando em torno de 67% das espécies de FMAs dos ecossistemas brasileiros, que apresenta um total de 79 espécies. O gênero com maior número de espécies é o *Glomus* e a espécie com presença na maioria dos solos do Cerrado é a *Acaulospora scrobiculata* (Miranda, 2008).

O crescimento e estabelecimento de gramíneas nativas é determinado pela presença dos FMAs. Em estudo publicado em 1999, Martins e colaboradores concluíram que os FMAs contribuem significativamente com o estabelecimento da gramínea nativa *Aristida setifolia kunth* em solos de Cerrado natural e áreas degradadas, podendo ainda maximizar os efeitos de adubos orgânicos contribuindo para uma maior taxa de crescimento quando na presença dos mesmos. A associação dos FMAs com gramíneas nativas em área de reabilitação chegou a

contabilizar o dobro da densidade de esporos da observada em áreas de Cerrado sem interferência antrópica no mesmo estudo (Cordeiro et al., 2005).

3.2. Gramíneas nativas do bioma Cerrado

Constituindo-se de um bioma único no planeta, sendo referido inicialmente sob as definições de savana, o Cerrado, como é conhecido hoje foi sendo delimitado conforme observações de alguns autores que levaram em consideração além de aspectos comuns das savanas em outras partes do mundo, características edafoclimáticas, posição geográfica e espécies vegetais (Walter, 2006).

Fonte: Abides, 2017



Figura 1. Extensão do bioma Cerrado Brasileiro

O clima do Cerrado se caracteriza pela presença de duas estações bem definidas, uma estação chuvosa entre os meses de outubro e abril e uma seca entre maio e setembro (IBGE, 2004).

Abrange de 80 a 90% do Brasil Central estando presente de forma contínua nos estados de Tocantins, Goiás e o Distrito Federal, como também em parte de alguns estados das demais regiões do Brasil. Em termos de diversidade vegetal o Cerrado apresenta aproximadamente 12.356 espécies distribuídas em suas 11 fitofisionomias (Mendonça et al., 2008)

As fitofisionomias encontradas são Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão, em formações florestais; Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda, em savânicas; e Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo em campestres. As de formações florestais apresentam predominância de espécies

arbóreas e formação de dossel; as savânicas em geral são constituídas de arbóreas-arbustivas distribuídas aleatoriamente e de densidade variada; as campestres vão desde composições arbustivas e subarbustivas entremeadas em estrato herbáceo até a presença quase insignificante de arbustos e subarbustos (Ribeiro e Walter, 1998).

Dentre as fitofisionomias, as que se destacam pela presença de gramíneas são as regiões de campos, por suas características de ausência ou presença em menor quantidade de árvores que possam ocasionar sombras. Contudo, as gramíneas exercem papel essencial também nas regiões savânicas ainda que não haja a mesma proporção em cobertura de gramíneas.

As gramíneas exercem fundamental importância ecológica para o bioma Cerrado contribuindo para a manutenção de suas características. Por seus aspectos anatômicos e estruturais, as gramíneas ao cobrirem o solo evitam processos erosivos, mantém ativo o ciclo de carbono e nutrientes e contribuem com a preservação de espécies animais, dentre outras atribuições. Martins et al. (2007), em levantamento realizado até 2006, evidenciou em seu trabalho que 19% das gramíneas do Parque Nacional de Brasília eram exóticas levantando um apontamento sobre a invasão biológica na área e a necessidade de um programa de monitoramento e controle.

As gramíneas do gênero *Axonopus* são plantas perenes, comumente encontradas em regiões de campos e savanas do cerrado, em geral podem ser utilizadas como arranjos de sempre vivas e apresentam potencial para recuperação de áreas degradadas e de mineração (Oliveira et al., 2016).

3.3. Uso de gramíneas nativas na recuperação de áreas degradadas no Cerrado

Com a expansão da agropecuária e a mudança da capital para o centro do Brasil, o bioma Cerrado teve a sua área amplamente explorada e ocupada, dando início a um contínuo processo de degradação.

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente obtidos através de um mapeamento feito pelo satélite Landsat 8, no ano de 2013 o Cerrado apresentou em suas fitofisionomias 54,5% de área preservada, 43,5% de áreas antrópicas e 0,7% de água. Dentro das áreas antrópicas se destaca o território ocupado por pastagens cultivadas, que representa no total 29,45% do bioma (MMA, 2013).

Fonte: IBGE, 2017

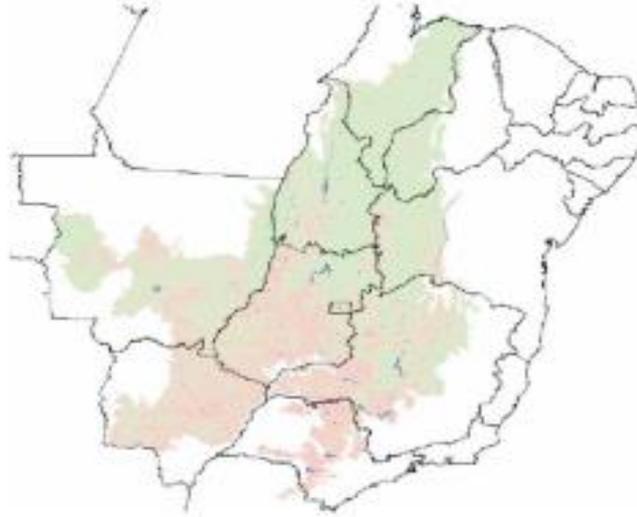


Figura 2. Representação do bioma Cerrado com destaque às áreas de vegetação nativa (verde), antropizadas (rosa) e massas d'água (azul).

Espécies com rápido desenvolvimento e estabelecimento constituem ferramentas ótimas na recuperação de áreas degradadas, sendo tais características geralmente apresentadas por espécies exóticas. Estas foram amplamente utilizadas em programas que visavam a recuperação de áreas degradadas como o caso das arbóreas *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Mimosa bimucronata* (De) O. Ktze, *Trema micrantha* Blume, no entanto é necessário planejamento devido aos riscos de invasões indesejáveis (Carpanezzi et al, 1990).

Para evitar o risco de invasões por espécies exóticas e contribuir com a manutenção do ambiente natural é necessário trabalhar com espécies nativas que sejam hábeis para se desenvolver e sobreviver em situações ambientais desfavoráveis.

O uso de gramíneas nativas na recuperação de áreas degradadas vem sendo estudado nos últimos anos, Neri e colaboradores (2011) fizeram um levantamento de algumas espécies para a recuperação de área degradada por mineração onde as gramíneas nativas aparecem em maior número e têm destaque no início da sucessão. A espécie pioneira *Aristida setifolia* apresenta potencial na recuperação de áreas degradadas tendo seu desenvolvimento potencializado na presença de FMAs, que além de contribuírem com seu desenvolvimento em condições naturais também potencializam a absorção de insumos orgânicos quando na presença dos mesmos (Martins et al., 1999).

Sendo os fungos micorrízicos arbusculares organismos do solo presentes nos mais diversos biomas e, dada a importância das gramíneas nativas nos processos de recuperação de áreas degradadas no Cerrado, o conhecimento da simbiose entre essas espécies é de fundamental importância para a definição de estratégias de manejo do solo, de forma a favorecer o rápido estabelecimento das plantas nas áreas em processo de recuperação.

4. Material e Métodos

4.1. Locais e período de coleta

O estudo foi realizado em duas localidades no Distrito Federal: 1) Em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*, localizado no Parque Ecológico Bernardo Sayão (PEBS) (15°49'47"S 47°48'31"W), de área aproximada de 205,68 ha, estando situado entre a DF- 001 (Estrada Parque Contorno - EPCT) e as quadras internas 27 e 29 do Lago sul, Brasília (GDF, 2002); 2) Em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*, localizado próximo ao Centro Olímpico da Universidade de Brasília, denominado como APA (área de proteção ambiental) do Paranoá, com área aproximada de 110 ha (Assunção e Felfili, 2004). O clima predominante da região é definido como tropical de Savana, corresponde ao tipo Cwa da classificação de Köppen (Köppen e Geiger, 1928). A precipitação anual varia entre 1.400 e 1.450 mm, com concentração nos meses de novembro a fevereiro. O solo predominante das áreas é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (Assunção e Felfili, 2004).

As coletas foram realizadas em fevereiro de 2017, em uma área aproximada de 51.121,40 m². Foram coletadas as raízes e o solo adjacente de plantas do gênero *Axonopus* (Tabela 1), selecionadas aleatoriamente na área de estudo (15°45'52.1"S 47°51'20.0"W; 15°46'00.9"S 47°51'17.3"W; 15°45'49.4"S 47°51'13.2"W; 15°45'56.0"S 47°51'12.6"W; 15°45'56.6"S 47°51'20.0"W) sendo coletadas em cada ponto representado nas Figuras 1 e 2 uma ou mais amostras de planta e solo.

Tabela 1. Descrição das amostras de plantas do gênero *Axonopus* e solo adjacente às raízes, coletadas no Parque Ecológico Bernardo Sayão (PEBS) e na APA do Paranoá, Distrito Federal.

Amostras	Espécie	Local
1	<i>Axonopus aureus</i>	PEBS
2	<i>Axonopus aureus</i>	PEBS
3	<i>Axonopus aureus</i>	PEBS
4	<i>Axonopus barbigerus</i>	PEBS
5	<i>Axonopus barbigerus</i>	PEBS
6	<i>Axonopus barbigerus</i>	PEBS
7	<i>Axonopus barbigerus</i>	PEBS
8	<i>Axonopus barbigerus</i>	PEBS
9	<i>Axonopus aureus</i>	APA Paranoá
10	<i>Axonopus aureus</i>	APA Paranoá
11	<i>Axonopus</i> sp.	APA Paranoá
12	<i>Axonopus</i> sp.	APA Paranoá
13	<i>Axonopus</i> sp.	APA Paranoá
14	<i>Axonopus</i> sp.	APA Paranoá

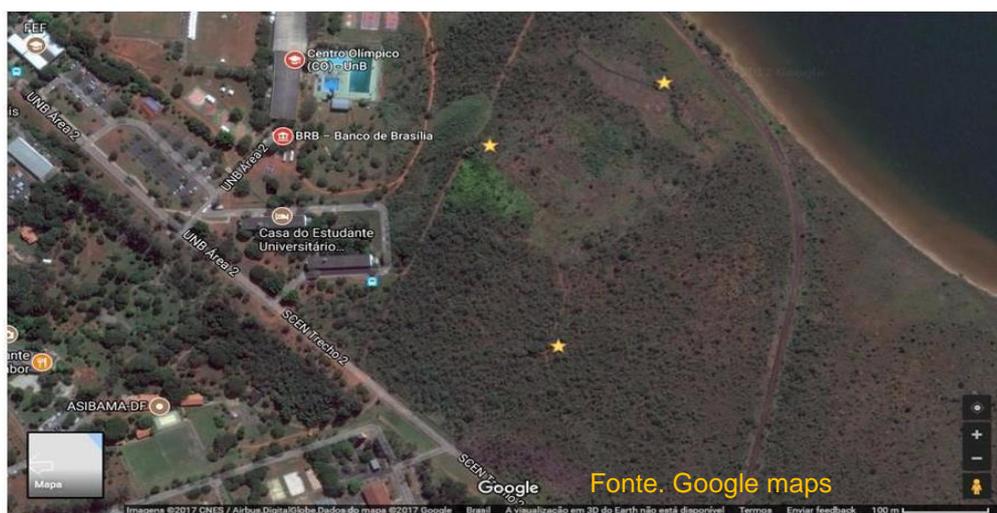


Figura 3. Pontos de coleta destacados em formato de estrela na APA Paranoá



Figura 4. Pontos de coleta destacados em formato de estrela no Parque Ecológico Bernardo Sayão.

4.1.1 Procedimentos de coleta

Procedeu-se a coleta das amostras compostas das partes aérea e radicular das plantas e, em conjunto, cerca de 1 kg de solo adjacente, para tal foram utilizadas picaretas alvião para coleta do material, sacos plásticos transparentes e pincel para acondicionamento e identificação, baldes para transporte do material nos percursos de coleta e caixa de isopor para preservação e encaminhamento ao laboratório. No laboratório o solo foi preservado em câmara fria e as raízes foram lavadas e dispostas em potes de vidro de 500 ml contendo álcool 70%. As avaliações foram realizadas nos laboratórios de Microbiologia do Solo e Química do Solo, na FAV/UnB.



Figura 5. Equipe de coleta das amostras de plantas e solos.

4.2. Avaliações

4.2.1. Colonização micorrízica

Para avaliação da colonização micorrízica, utilizou-se a metodologia de Brundrett et al. (1996) para clarificação e coloração das raízes, conforme descrito brevemente a seguir. Lavou-se as raízes em água corrente separando as finas e jovens cortando-as em pedaços de aproximadamente 1 cm. Procedeu-se o clareamento com solução de KOH 10%, em banho maria com temperatura de 80°C por 20 min. Uma vez clarificadas lavou-se as raízes e seguiu-se com a coloração em solução de azul de tripan 0,05%, e a seguir novamente em banho maria por 15 min. As raízes coloridas foram armazenadas em solução de glicerol 50%, que retira o excesso do corante e preserva as raízes enquanto não se realiza a contagem.

Uma vez coloridas, procedeu-se a contagem da taxa de colonização micorrízica, pelo método proposto por Gionvannetti e Mosse (1980).

A contagem foi realizada com o uso de um microscópio estereoscópico (40x). As raízes previamente coloridas foram colocadas em placa de petri com quadrados de 1 cm desenhados no fundo, a observação foi feita seguindo a linha conforme o esquema (Figura 6), Os pontos coincidentes com a linha em que havia colonização foram contados como positivos já os pontos em que havia raiz sem a presença do fungo foram contados como negativos, ao fim da contagem foi feita uma relação entre pontos colonizados e não colonizados para a obtenção da taxa de colonização.

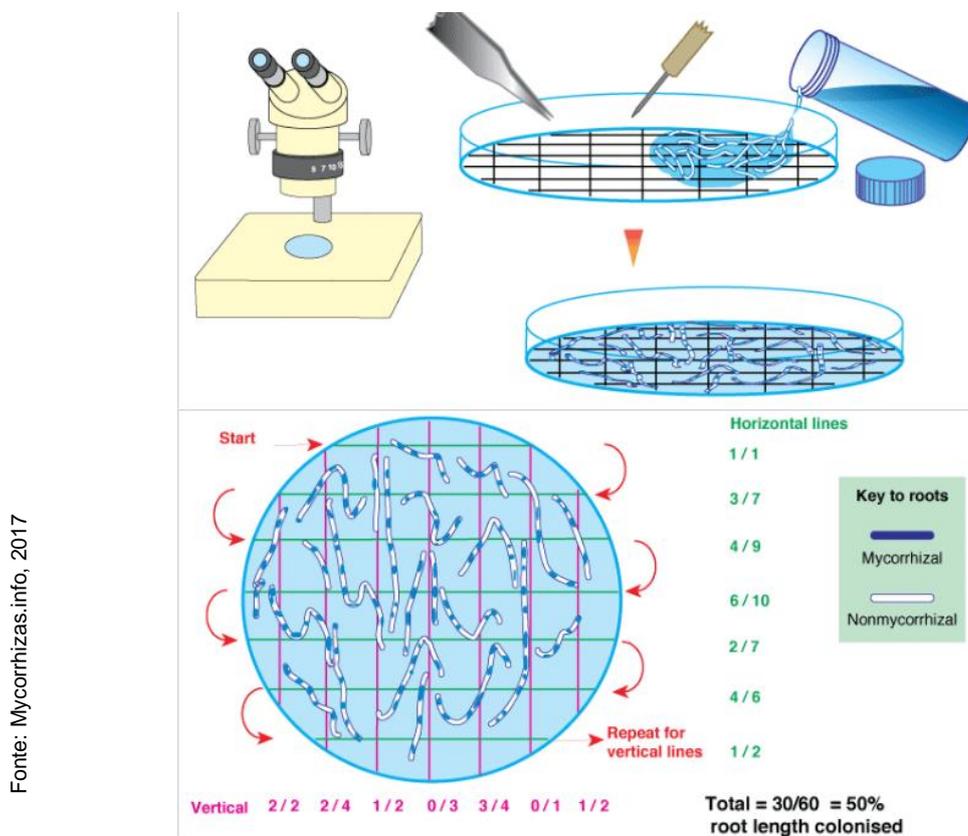


Figura 6. Esquema do método utilizado para contagem da taxa de colonização micorrízica.

4.2.2. Abundância de esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares

Para avaliação da abundância de esporos, foi realizada a recuperação dos esporos dos fungos pelo método do peneiramento úmido (Gerdemann e Nicolson, 1963), que consistiu no seguinte procedimento: Colocou-se individualmente as amostras compostas de 50 g de solo em aproximadamente 1L de água no

liquidificador, e realizou-se a suspensão da amostra em água ligando o liquidificador por alguns segundos, após cerca de 5 minutos em decantação dispensou-se o conteúdo em um conjunto de peneiras de malhas 250 e 45 μm , o material retido na peneira de 45 μm foi transferido para tubos falcon e levados a centrífuga por 3 min a 3000 rpm, para retirada da matéria orgânica retida no sobrenadante, descartou-se o sobrenadante e adicionou-se solução de sacarose 50% levando novamente à centrífuga por 2 min a 2000 rpm, os esporos foram obtidos desse segundo sobrenadante no qual voltou para a peneira de 45 μm para retirada da sacarose.



Figura 7. Solo seco de diferentes amostras separados em bécker de 50 mL para a extração de esporos

Após a extração dos esporos, procedeu-se a contagem que foi realizada em placa canaleta com ajuda de um microscópio estereoscópico (40X).

4.2.3. Separação dos esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares de acordo com características morfológicas

Os esporos foram agrupados em morfotipos, conforme a observação de características morfológicas como tamanho, cor e ornamentação de parede do esporo. A partir desse agrupamento foram confeccionadas lâminas permanentes em meio de PVLG (Polivinil-Lactoglicerol) e PVLG com reagente de Melzer, para a identificação visual em microscópio óptico. Os esporos foram rompidos com uma leve pressão exercida na lamínula, para visualização das estruturas das paredes dos esporos. As lâminas montadas foram avaliadas após três dias, quando completamente secas. A descrição de espécies foi realizada conforme os sites da “International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi” (INVAM, 2017); e do “Arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota),

Endogone and Complexipes species deposited in the Department of Plant Pathology, University of Agriculture in Szczecin, Poland” (Janusz Blaszkowski, 2017).

4.3. Caracterização química do solo

As amostras de solo foram encaminhadas ao laboratório de química do solo da FAV/UnB onde procedeu-se às análises de acidez ativa (pH), acidez potencial (H+Al), cálcio + magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), potássio (K^+) e fósforo (P). Para o pH utilizou-se TFSA (terra fina seca ao ar e passada em peneira nº 2) diluído em água em relação 1:2,5 e leitura com o pHmetro; Ca, Mg e Al^{3+} trocável foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e analisados por titulometria; P e K foram extraídos pelo método Mehlich1 e analisados por espectrofotometria e fotômetro de chama, respectivamente conforme EMBRAPA (1997); a matéria orgânica e carbono orgânico total foram determinados pelo método de Walkley-Black com algumas adaptações da EMBRAPA (1997).

5. Resultados e Discussão

5.1 Colonização micorrízica

As plantas de *Axonopus barbigerus* apresentaram colonização micorrízica considerada média (Tabela 2), em comparação com valores observados em gramíneas de áreas de vegetação savânica (Lovera; Cuenca, 1996), sendo a maior taxa de colonização observada na amostra de *Axonopus* sp. (95%) e o menor valor para a amostra de *Axonopus aureus* (59%). A densidade de esporos de FMAs encontrada está de acordo com o que se observa em áreas de Cerrado preservado segundo dados de Cordeiro e colaboradores (2005) tendo sido encontrado uma densidade de 368 esporos 50 g solo⁻¹ em área de Cerrado *sensu stricto* de Latossolo Vermelho. Os valores médios observados no presente trabalho foram de 430 esporos 50 g solo⁻¹ no parque Bernardo Sayão e de 619 esporos 50 g solo⁻¹ na APA Paranoá.

Tabela 2. Taxa de colonização micorrízica de plantas do gênero *Axonopus* e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares associados às raízes, coletadas em remanescente de Cerrado nativo, em Brasília, DF.

Amostra	Sigla	Colonização radicular (%)	Numero de esporos
Parque Ecológico Bernardo Sayão			
<i>Ax. aureus</i>	Aa 1	59	300
<i>Ax. aureus</i>	Aa 2	93	486
<i>Ax.aureus</i>	Aa 3	73	452
<i>A.barbigerus</i>	Ab 1	78	666
<i>A.barbigerus</i>	Ab 2	68	340
<i>A.barbigerus</i>	Ab 3	68	396
<i>A.barbigerus</i>	Ab 4	64	372
<i>A.barbigerus</i>	Ab 5	64	428
Média		71	430
APA Paranoá			
<i>Ax. aureus</i>	Aa 1	65	972
<i>Ax. aureus</i>	Aa 2	94	608
<i>Axonopus</i> sp	A sp 1	89	743
<i>Axonopus</i> sp	A sp 2	95	312
<i>Axonopus</i> sp	A sp 3	66	559
<i>Axonopus</i> sp	A sp 4	85	522
Média		82	619

Quando comparadas as áreas em estudo, a taxa de colonização micorrízica é maior nas amostras coletadas na APA Paranoá, no entanto, as amostras de *Axonopus aureus* apresentaram características semelhantes para ambas as áreas, essas amostras apresentaram a maior variação no gráfico com uma colonização elevada (93 e 94%) e outra mais baixa (59 e 65%) (Figura 8).

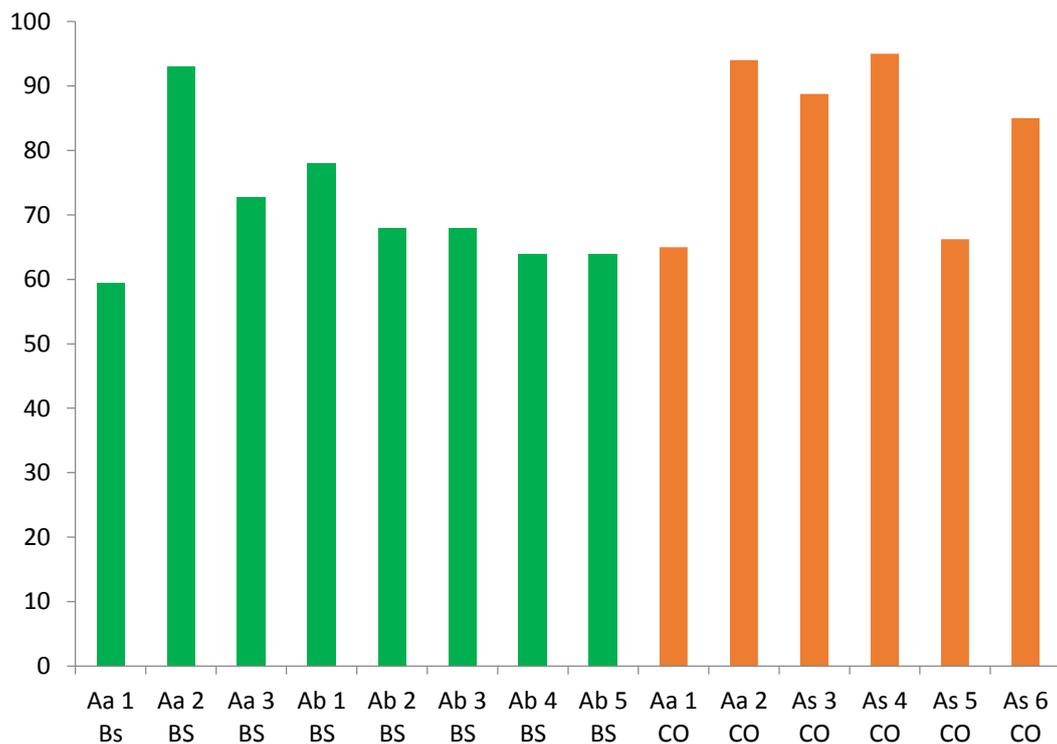


Figura 8. Taxa de colonização micorrízica em plantas do gênero *Axonopus* coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF. (Aa – *Axonopus aureus*; Ab – *Axonopus barbigerus*; As – *Axonopus sp.*)

Os valores de colonização radicular mais elevados apresentaram taxas semelhantes às que se observa em trabalhos com a cultura do milho (Angeline et al., 2012), uma gramínea cultivada que também apresenta colonização micorrízica variando de 50 a 70%, considerada uma taxa de colonização média. Nessas condições, Martins e colaboradores (1999), em trabalho com a gramínea nativa *Aristida setifolia* Kunth., observaram uma taxa de colonização de 62%.

5.2 Caracterização do solo

Quanto às características químicas do solo (Tabela 3), foi possível observar que as áreas avaliadas apresentam uma condição de acidez, com valores de pH variando de 4,5 a 5,7 no parque Bernardo Sayão e de 5,0 a 5,4 no fragmento de Cerrado da APA Paranoá, próximo ao C.O. da UnB, natural para os Latossolos típicos de Cerrado (Sousa e Lobato, 2003).

Já os teores de fósforo podem ser considerados médios e variaram de cerca de 11 a 18 mg dm⁻³ de solo para o PEBS. Já na APA Paranoá, a variação foi maior,

de 10 a 24 mg dm⁻³ de solo, considerando solos de textura média, encontrou-se amostras entre as faixas de disponibilidade baixa e adequada.

Observa-se que os teores de potássio trocável encontram-se elevados em ambas localidades quando comparados a níveis encontrados em região de Cerrado natural (Couto et al., 2000) apresentando médias de 0,207 cmol_c/dm³ no PBS e 205 cmol_c/dm³ na APA Paranoá. Os teores de matéria orgânica variam de 3,28 a 4,69 dag kg⁻¹ no PEBS, valores médios para uma área de Cerrado nativo (Araújo et al., 2007) já na APA Paranoá esses valores foram considerados altos para as condições da região, variando de 4,83 a 7,84 dag kg⁻¹. Os teores de Al trocável variaram de níveis mais baixos a mais elevados no PEBS (0,1 a 0,85 cmol_c dm⁻³) e níveis médios a elevados na APA Paranoá tendo como referência uma área de Latossolo Vermelho-Escuro álico no Cerrado (Souza e Alves, 2003)

Tabela 3. Dados de análise química do solo adjacente às plantas do gênero *Axonopus* coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF.

Amostra	pH	P	K ⁺	C	H ⁺ Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K ⁺	SB	t	T	M.O.	V	m
Nome	Água	mg dm ⁻³	mg g ⁻¹					cmol _c dm ⁻³				dag Kg ⁻¹		%
Parque Bernardo Sayão														
<i>A. aureus</i>	5,50	15,43	107,18	19,83	7,50	0,1	1,6	0,274	1,87	1,97	9,37	3,42	19,99	5,07
<i>A. aureus</i>	5,70	16,81	119,15	19,07	6,00	0,2	1,9	0,305	2,20	2,40	8,20	3,29	26,87	8,32
<i>A. aureus</i>	5,74	11,27	87,74	19,01	6,30	0,2	2,0	0,224	2,22	2,42	8,52	3,28	26,09	8,25
<i>A. barbigerus</i>	4,49	14,50	66,79	25,83	9,00	0,75	0,7	0,171	0,87	1,62	9,87	4,45	8,82	46,27
<i>A. barbigerus</i>	5,28	18,20	63,80	19,42	6,15	0,25	0,8	0,163	0,96	1,21	7,11	3,35	13,54	20,61
<i>A. barbigerus</i>	4,75	13,11	72,78	22,42	8,70	0,85	0,5	0,186	0,69	1,54	9,39	3,87	7,31	55,34
<i>A. barbigerus</i>	4,96	14,04	63,80	27,23	9,90	0,85	0,7	0,163	0,86	1,71	10,76	4,69	8,02	49,62
<i>A. barbigerus</i>	5,05	17,74	68,29	22,46	7,50	0,5	0,6	0,175	0,77	1,27	8,27	3,87	9,36	39,23
Média	5,18	15,14	81,19	21,91	7,63	0,46	1,1	0,207	1,30	1,77	8,94	3,78	15	29,09
Centro Olímpico UnB														
<i>Ax. aureus</i>	5,14	9,88	60,81	29,13	7,95	0,75	0,4	0,155	0,56	1,31	8,51	5,02	6,53	57,45
<i>Ax. aureus</i>	5,02	12,65	59,32	29,88	10,05	0,80	0,5	0,152	0,65	1,45	10,70	5,15	6,09	55,11
<i>Axonopus</i> sp	5,42	17,27	108,68	39,35	10,80	0,50	1,1	0,278	1,38	1,88	12,18	6,78	11,31	26,63
<i>Axonopus</i> sp	5,28	24,21	104,19	42,56	11,25	0,60	1,4	0,266	1,67	2,27	12,92	7,34	12,90	26,47
<i>Axonopus</i> sp	5,35	10,80	60,81	28,01	8,25	0,75	0,5	0,155	0,66	1,41	8,91	4,83	7,36	53,36
<i>Axonopus</i> sp	5,26	14,04	87,74	33,55	10,2	0,80	0,5	0,224	0,72	1,52	10,92	5,78	6,63	52,48
Média	5,24	14,80	80,26	33,75	9,75	0,7	0,73	0,205	0,94	1,64	10,69	5,82	8,47	45,25

A ocorrência e densidade de fungos micorrízicos arbusculares no solo é influenciada pelas características das plantas, dos próprios fungos, dos fatores ambientais edafoclimáticos e também da ação humana, como desmatamento, introdução de espécies exóticas, aplicação de fertilizantes e outros produtos sintéticos (Moreira e Siqueira, 2008). Apesar de serem áreas de preservação, a

região de estudo encontra-se sujeita a grande interferência antrópica, por se localizar em perímetro urbano, interferência essa que no período pré-construção de Brasília pode ter sido mais intensa, contribuindo para as variações observadas na caracterização química do solo, em especial para os teores de P, que geralmente se encontram na faixa de disponibilidade baixa ou muito baixa em áreas de Cerrado (Cordeiro et al., 2005; Scabora et al., 2011).

O fósforo (P) é conhecido como o principal nutriente que regula a simbiose micorrízica (Ramos e Martins, 2008), e o aumento da disponibilidade desse nutriente tem efeito negativo na colonização e na produção de propágulos infectivos desses fungos. Esse efeito foi observado quando comparada a taxa de colonização da APA Paranoá que apresentou 82% em média de raízes colonizadas enquanto o PEBS apresentou 71% de colonização de raízes em média, sendo a média do teor de fósforo das amostras da APA Paranoá de $14,80 \text{ mg dm}^{-3}$ enquanto o PEBS apresentou um teor médio de $15,14 \text{ mg dm}^{-3}$. O mesmo foi observado para os valores médios de densidade de esporos os quais apresentaram 619 esporos 50g solo^{-1} e 430 esporos 50 g solo^{-1} nas duas localidades respectivamente.

5.3 Espécies de FMA

Das 53 espécies de FMAs descritas para o Cerrado (Miranda, 2008), foram identificadas 15 espécies nas amostras coletadas (Tabela 4). Sendo de 15 espécies de FMA para a gramínea *Axonopus aureus* e de 14 espécies de FMA para as amostras de *Axonopus barbigerus* e *Axonopus* sp. Os gêneros de FMA identificados foram, *Acaulospora*, *Ambispora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Rhizophagus* e *Scutellospora*. Dentre estes os gêneros *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomos* e *Scutellospora* são comumente encontrados de forma conjunta em sistemas degradados ou em recuperação (Soares e Carneiro, 2008).

Tabela 4. Ocorrência e riqueza de espécies de FMAs recuperadas em 50g do solo adjacente coletado das espécies *Axonopus barbigerus*, *Axonopus aureus* e *Axonopus* sp. coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF.

Espécies	<i>A. barbigerus</i>	<i>A. aureus</i>	<i>A. sp</i>
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	+	+	+
<i>Acaulospora</i> sp 1	+	+	+
<i>Acaulospora</i> sp 2	+	+	+
<i>Ambispora</i> sp	+	+	+
<i>Gigaspora</i> sp 1	+	+	
<i>Gigaspora</i> sp 2	+	+	+
<i>Glomus macrocarpum</i>	+	+	+
<i>Glomus</i> sp 1	+	+	+
<i>Glomus</i> sp 2	+	+	+
<i>Glomus</i> sp 3		+	+
<i>Rhizophagus clarus</i>	+	+	+
<i>Scutellospora cerradensis</i>	+	+	+
<i>Scutellospora scutata</i>	+	+	+
<i>Scutellospora</i> sp 1	+	+	+
<i>Scutellospora</i> sp 2	+	+	+
Riqueza de espécies	14	15	14

Dentre as espécies identificadas a *Glomus macrocarpum* foi a que apresentou maior frequência sendo superior a 60% para todas as amostras (Figura 9). Em trabalho publicado por Paula e Siqueira (1987) avaliando a inoculação com essa espécie em soja os autores observaram que as plantas micorrizadas apresentam maior resistência ao murchamento e recuperam o turgor de 3 a 4 vezes mais rápido quando comparadas a plantas não micorrizadas. Isso indica que a espécie de FMA *Glomus macrocarpum* associada a gramínea nativa contribui como fator de

resistência ao estresse hídrico, permitindo a sobrevivência e desenvolvimento durante metade do ano que compreende o período de seca na região.

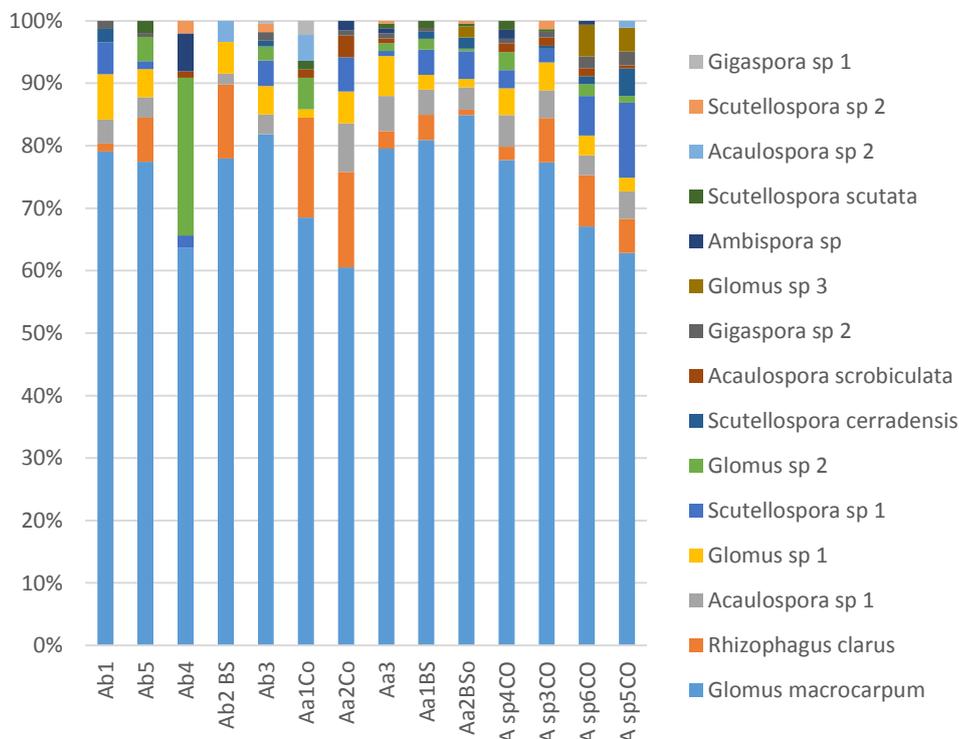


Figura 9. Frequência relativa (%) das espécies recuperadas em 50g do solo adjacente coletado das espécies *Axonopus barbigerus*, *Axonopus aureus* e *Axonopus* sp. coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF.

Na figura 10 é possível observar algumas fotos ilustrando os esporos de FMAs recuperados do solo associado às raízes de gramíneas do gênero *Axonopus*, coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF.

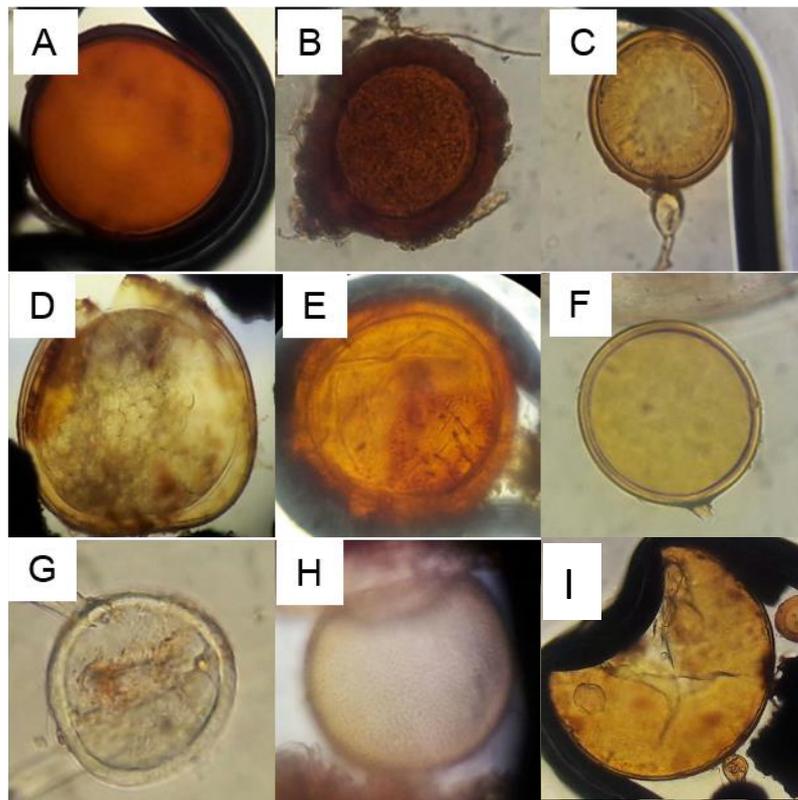


Figura 10. Esporos extraídos das diferentes amostras de solo associados às raízes de gramíneas do gênero *Axonopus*, coletadas na APA Paranoá (CO – Centro Olímpico da UnB) e no Parque ecológico Bernardo Sayão (BS), em Brasília, DF. *Gigaspora* sp 1.(A), *Glomus macrocarpum*(B), *Scutellospora* sp (C), *Scutellospora cerradensis* (D), *Scutellospora scutata* (E), *Glomus* sp.(F), *Rhizophagus clarus* (G), *Acaulospora scrobiculata* (H), *Gigaspora* sp 2 (I).

As amostras da área da APA Paranoá apresentaram de uma maneira geral maiores teores de MO e Al, em relação as amostras da área do PEBS (Tabela 3). Considerando as variáveis relacionadas com a associação micorrízica, duas amostras da área do PEBS, uma de *A. barbigerus*, e uma de *A. aureus* foram as que apresentaram maior taxa de colonização micorrízica (CM), entretanto, considerando a média das espécies em cada área, as plantas de *Axonopus* da APA Paranoá apresentaram colonização micorrízica ligeiramente superior (82%) que as plantas do PEBS (71%). Os maiores valores de densidade de esporos (De) estiveram relacionados também com as amostras avaliadas na APA Paranoá com a amostra *Axonopus aureus* 1 apresentando densidade de 972 esporos 50 ml⁻¹ (Tabela 2).

6. Conclusões

- As espécies de gramíneas do gênero *Axonopus* apresentam alta taxa de colonização micorrízica com valores de até 95% de raízes colonizadas.
- A espécie de FMA predominante associada a plantas no gênero *Axonopus* avaliadas neste estudo é o *Glomus macrocarpum* correspondendo a mais de 50% do total de esporos.
- A presença dos FMAs na área avaliada, bem como a sua quantidade, está relacionada com os atributos químicos do solo, principalmente matéria orgânica e alumínio.

7. Referências Bibliográficas

Abides. Disponível em: <<http://abides.org.br/estudo-coordenado-pelo-inpe-aponta-os-riscos-da-exploracao-do-Cerrado/mapa-Cerrado/>> Acesso em: 20/11/2017

Angelini, G.A.R.; Loss, A.; Pereira, M.A.; Torres, J.L.R.; Saggin Júnior, O. J. **Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional.** Semina: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 1, jan/mar 2012, pág. 115-130

Araújo, R.; Goedert, W.J.; Lacerda, M.P.C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 31, núm. 5, 2007, pág. 1099-1108.

Asusunção, S.L.; Felfili, J.M. **Fitossociologia de um gragmento de Cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil.** Revista Acta bot. Bras. p. 903- 909, 2004.

Brundrett M.; Bougher N.; Dell B.; Grove T.; Malajczuk N. **Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture.** ACIAR Monograph 32. 374 + xp, 1996.

Cardoso, E.J.B.N.; Cardoso, I.M.; Nogueira, M.A.; Maluche Baretta, C.R.D.; Paula, A.M. **Micorrizas Arbusculares na aquisição de nutrientes pelas Plantas.** In: Siqueira et al. Micorrizas 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, UFLA, 2008. p. 153-214.

Carpazenni, A.A.; Costa, L.G.S; Kageyama, P.Y.; Castro, C.F.A. **Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais.** In: 6.º Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão, SP. set. 1990, p. 216-221.

Cordeiro, M.A.S.; Carneiro, M.A.C.; Paulino, H. B.; Saggin Junior, O. J. **Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do Cerrado sob**

diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, vol. 35, n. 3, p. 147-153, 2005.

Couto, E.G.; Klamt, E.; Stein, A. **Estimativa do teor de argila e do potássio trocável em solos esparsamente amostrados no sul do estado de Mato Grosso.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, vol. 24, n. 1, p. 129-140, 2000.

Della Giustina, C.C. **Degradação e Conservação do Cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás.** Brasília, 206 p. 2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Manual de métodos de análise do solo.** 2. ed. 1997.

GDF. Decreto n 23.276, de 4 de outubro de 2002. **Cria o Parque Ecológico denominado “Parque Ecológico do Rasgado” na Região Administrativa do Lago sul- RA XVI.** Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00000367.pdf>> Acesso em 17/06/2011.

Gerdemann, J. W.; Nicolson, T. H. **Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting.** Transactions of the British Mycological society London, v. 46, p. 234–244, 1963.

Gionvannetti, M.; Mosse, B. **An evaluation of techniques to measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infections in roots.** New Phytologist, v. 84, p. 489–500, 1980.

Gomide, P.H. O. **Atributos químicos físicos e biológicos em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG.** Lavras. UFLA, 2009. 89 p.

Google maps. Disponível em: <maps.google.com> . Acesso em. 23/09/2017.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação.** 2004. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> Acesso em 12/08/2017.

INVAM. **International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi.** Acesso em: 1 jan. 2017.

Janusz B. **Arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota), Endogone and Complexipes species deposited in the Department of Plant 88 Pathology, University of Agriculture in Szczecin.** Poland. Acesso em: 15 jun. 2017.

Köppen, W.; Geiger, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

Lovera, M.; Cuenca, G. **Arbuscular mycorrhizal infection in Cyperaceae and Gramineae from natural, disturbed and restored savannas in La Gran Sabana, Venezuela.** In: Mycorrhiza, Springer Vol. 6, 2ª Ed. 1996 p. 111-118.

Machado, R.B. Ramos Neto M.B., Pereira, P.G.P. Caldas, E.F. Gonçalves, D.A. Santos, N.S. Tabor K. e Steininger. M. **Estimativas de perda da área do Cerrado**

brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF. 2004.

Martins, C. R.; Leite, L. L.; Haridasan, M. **Capim - gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação.** Revista Árvore, Viçosa, vol. 28, n. 5, p. 739-747, out. 2004.

Martins, C.R. Hay, J.D.V.; Valls, J.F.M.; Leite, L.L.; Henriques, R.P.B. **Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil.** Natureza & Conservação, Brasília, vol. 5, n. 2, p. 23-30, out. 2007.

Martins, C.R.; Miranda, J.C.C.; Miranda L. N. **Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia kunth* em áreas degradadas do Cerrado.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.34, n.4, p.665-674, abr. 1999.

Mendonça, R.C.; Felfili, M.J.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E.; Fagg, C.W. **Flora vascular do bioma Cerrado.** In: Cerrado Ecologia e Flora. Embrapa, 2008. Cap.15.

Ministério do Meio Ambiente MMA. **Mapeamento do uso e cobertura vegetal do Cerrado.** Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/tcCerrado/TCCerrado_2013.pdf Acesso em: 20/11/2017.

Miranda, J.C.C. **Cerrado Micorriza Arbuscular ocorrência e manejo.** Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2008. 169 p.

Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O.; Brussaard, L. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros.** UFLA, Lavras 2008. 768 p.

Mycorrhizas.info. **Método para contagem da colonização micorrízica.** Disponível em: <http://mycorrhizas.info/method.html> Acesso em: 20/11/2017.

Neri, A.V.; Soares, M.P.; Meira Neto, J.A.A.; Dias, L.E. **Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG.** Rev. Árvore, Viçosa, vol.35, n.4, Jul/Ago. 2011.

Oliveira, R.C.; Priscila, A.R.; Cardoso, A.G.T.; Ribeiro A.R.O.; Berto A.C.V.; Ponciano, A.I.C.; Moura, C.O.; Valls, J.F.M. **Guia de Gramíneas do Cerrado.** Brasília rede de sementes do Cerrado, 2016. 210 p.

Paula, M. A.; Siqueira, J.O. **Efeito de micorrizas vesicular-arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de nitrogênio pela soja.** Pesquisa agropecuária, v.22, n.2, fev. 1987.

Ramos, A.C.; Martins, M.A. **Fisiologia de micorrizas arbusculares.** In: Siqueira et al. Micorrizas 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, UFLA, 2008. pág. 133-152.

Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

Sá, I.B.; Fotius, G.A.; Riché, G.R. **Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro**. In: Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, Fortaleza, 1994.

Scabora, M. H.; Maltoni, K.L.; Cassiolato, A.M.R. **Associação micorrízica em espécies arbóreas, atividade microbiana e fertilidade do solo em áreas degradadas de Cerrado**. Ciência Florestal, 2011.

Silveira, R.B.; Melloni R.; Melloni, E.G.P. **Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em itajubá/MG**. Cerne, Lavras, v. 12, n. 1, p. 48-55, jan./mar. 2006.

Siqueira, J.O.; Moreira, F.M.S. **Microbiologia e bioquímica do solo**. UFLA, Lavras, 2002.

Soares, C.R.F.S.; Carneiro, M.A.C. **Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. In: Siqueira et al. Micorrizas 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, UFLA, 2008. pág. 441-474

Sousa, D.M.G.; Lobato, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. Potafos, n. 102 jun. 2003. Disponível em. <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF)> Acesso em 23/08/2017.

Souza, Z. M., Alves, M. C., **Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de Cerrado sob diferentes usos e manejos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo vol. 27, núm. 1, 2003, pag. 133-139

Souza, F.A.; Sturmer, S.L.; Carrenho R.; Trufem, S.F.B. **Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil**. In: Siqueira et al. Micorrizas 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras, UFLA, 2008. p. 15-74.

Walter, B.M.T. **Fitofisionomia do bioma Cerrado, síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 389 f. Tese de doutorado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.