

2.05.99 - Ecologia

## DIVERSIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA RIZOSFERA DE SAMAMBAIAS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO

Frederico Marinho<sup>1</sup>, José H. Passos<sup>2\*</sup>, Jailma A. Silva<sup>3</sup>, Iolanda R. Silva<sup>4</sup>, Leonor C. Maia<sup>5</sup>

1. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da UFPE

2\*. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da UFPE

3. Estudante do Curso de Ciências Biológicas e Bolsista de Iniciação Científica da UFPE

4. Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da UFPE

5. Professora Titular da UFPE/ Orientadora

### Resumo:

A Mata Atlântica é uma das florestas tropicais mais diversas e ameaçadas do planeta, abrigando significativa riqueza de espécies de samambaias, favorecidas por relações ecológicas como a formada com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Considerando a escassez de dados sobre essa relação micorrízica, avaliaram-se as comunidades de FMA na rizosfera de seis espécies, em Mata Atlântica (PE). Determinou-se: riqueza, diversidade, equitabilidade, dominância, abundância relativa e frequência de espécies de FMA com base em glomerosporos extraídos do solo. Foram identificados 68 táxons, distribuídos em nove famílias e 17 gêneros com destaque para *Acaulospora* e *Glomus*. Registrou-se maior número de glomerosporos na rizosfera de *Salpichlaena volubilis*; para os demais atributos não houve diferença. Os resultados ampliam o conhecimento sobre a riqueza e diversidade de FMA associados a samambaias na Mata Atlântica nordestina e constituem subsídio para estratégias de conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Glomeromycotina; floresta tropical; atributos de comunidades.

**Apoio financeiro:** CAPES, CNPq e FACEPE.

### Introdução:

A Mata Atlântica destaca-se por ser uma das maiores florestas tropicais do planeta, sendo um dos 34 hotspots de biodiversidade (MMA, 2018; SILVA; CASTELETTI, 2005). Originalmente, essa floresta cobria uma área de aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se por 17 estados brasileiros (MMA, 2010; 2018); contudo, estimativas mais recentes (SANTOS et al., 2013) apontam que a floresta se encontra bastante fragmentada com 22% de sua vegetação original distribuída em fragmentos menores que 100 ha, enquanto apenas 8,5% são de remanescentes maiores que 100 ha (MMA, 2018; STEHMANN et al., 2009). A fragmentação traz consigo a perda de serviços ecossistêmicos como a polinização, provisão de alimentos e regulação climática. Nesse cenário de devastação, aliado ao papel desse ambiente como de grande diversidade biológica e alto grau de endemismo, a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica é prioritária para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico do planeta (MMA, 2010; 2018; MITTERMEIER et al., 2004).

Considerando o componente vegetal, a Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em espécies com 20.000 em diferentes grupos dos quais as samambais tem papel significativo com 1.053 espécies descritas (MMA, 2018; PRADO; SYLVESTRE, 2010). De acordo com Santos; Carrenho (2011), dependendo do grau de perturbação ao qual as espécies vegetais estão submetidas, essas podem perder a capacidade de se manter e competir por recursos, sendo eliminadas do sistema. Assim, a perda desses táxons na Mata Atlântica pode significar a perda completa de linhagens evolutivas únicas. Por outro lado, as relações ecológicas positivas contribuem para que espécies vegetais suportem diferentes tipos de estresses incluindo a fragmentação de habitats.

Uma importante relação ecológica mutualística nas áreas tropicais é formada entre fungos micorrízicos arbusculares (FMA, Glomeromycotina) e espécies vegetais, incluindo as samambaias (MAIA, 2010; SMITH; READ, 2008). Os FMA configuram-se um dos principais grupos de microrganismos do solo, amplamente encontrados nos ecossistemas, que proporcionam aos hospedeiros vegetais maior capacidade de tolerar estresses bióticos e abióticos enquanto os hospedeiros vegetais fornecem recursos nutritivos cruciais para os fungos (SOUZA et al., 2007).

Esse trabalho objetivou avaliar a comunidade de FMA na rizosfera de samambaias em uma área de Mata Atlântica, em Pernambuco.

### Metodologia:

**Área de estudo e amostragem:** O local de estudo foi a Mata do Estado, no município de São Vicente Ferrer, PE, caracterizada por apresentar cobertura original do tipo Floresta Ombrófila Densa e Serrana ao considerar a flora específica de Samambaias e Licófitas. Cobre uma área de 630 ha ou 6,3 km<sup>2</sup>. Em 2016 (período seco), foram coletadas seis amostras de solo e raízes da rizosfera de seis táxons de samambaia: *Pecluma robusta* (Fée) M. Kessler & A.R. Sm., *Telmatoblechnum serrulatum* (L. C. Rich.) Perrie, D. J. Ohlsen &

Brownsey, *Serpocaulon* sp., *Salpichlaena volubilis* (Kaulf.) J. Sm., *Lygodium volubile* Sw. e *Adiantum curvatum* Kaulf, totalizando 36 unidades amostrais. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, levadas ao Laboratório de Micorrizas da UFPE e analisadas.

**Extração, quantificação e identificação morfológica das espécies:** Glomerosporos foram extraídos de 50 g de solo de cada amostra, via peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON 1963) seguido por centrifugação em água e sacarose (JENKINS, 1964) e quantificados em placa canaletada com auxílio de estereomicroscópio (40x). Depois foram separados em morfotipos e montados em lâminas com álcool polivinílico em lactoglicerol (PVLG) e PVLG + reagente de Melzer (1:1 v/v) (BRUNDRETT; MELVILLE; PETERSON, 1994) para identificação das espécies, segundo o manual de identificação de FMA (SCHENCK; PÉREZ, 1990), além da consulta a descrições mais recentes.

**Atributos de comunidades:** Foram determinadas a riqueza observada e estimada, a diversidade com base no índice de Shannon e de Margalef, a equitabilidade usando o índice de Pielou e a dominância dos táxons de FMA com base no índice de Simpson (MAGURRAN, 2004). A riqueza observada de táxons foi definida pelo número total de táxons identificados, enquanto a riqueza estimada foi calculada com base no índice Jackknife de primeira ordem. A abundância relativa de espécies de FMA (AR) foi calculada pela razão entre o número de glomerosporos de uma espécie e o número total de glomerosporos nas áreas. A frequência de ocorrência (FO) de uma determinada espécie de FMA (i) foi estimada de acordo com a equação:  $FO = J_i / k$ , onde  $J_i$  = número de amostras onde a espécie i ocorreu,  $k$  = número total de amostras de solo, e classificadas de acordo com Zhang et al. (2004), em: dominantes ( $FO > 50\%$ ), muito comuns ( $30\% < FO \leq 50\%$ ), comuns ( $10\% < FO \leq 30\%$ ) e raras ( $FO \leq 10\%$ ).

**Análises dos dados:** Para determinar se os dados de riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de FMA variaram entre as rizosferas das samambaias foram empregadas análises de variância (ANOVA) e quando detectadas diferenças significativas aplicou-se o teste de Tukey com a correção do alfa com base no teste de Bonferroni. Todas as análises foram conduzidas com auxílio dos programas Primer 6.0 (CLARKE; GORLEY, 2006) e R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017) usando os pacotes “agricolae” (DE MENDIBURU, 2017) e “vegan” (OKSANEN et al., 2017).

## Resultados e Discussão:

Foram registrados 68 táxons de Glomeromycotina, distribuídos em nove famílias (Acaulosporaceae, Ambisporaceae, Diversisporaceae, Entrophosporaceae, Gigasporaceae, Glomeraceae, Intraornatosporaceae, Pacisporaceae Racocetraceae) e 17 gêneros com destaque para *Acaulospora* e *Glomus* com maior número de táxons, 18 e 16, respectivamente. Mesmo com elevada riqueza observada, o esforço amostral não foi suficiente para recuperar todos os táxons esperados com base no estimado Jackknife de primeira ordem. Esse estimador leva em consideração o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra e isso reflete o conjunto de dados obtidos neste estudo.

A predominância das famílias Acaulosporaceae e Glomeraceae no presente estudo corrobora os resultados obtidos em outras áreas de Mata Atlântica, onde se registrou grande riqueza de *Glomus* e *Acaulospora* (AIDAR et al., 2004; CARRENHO et al., 2001, STÜRMER, 2006). Espécies desses gêneros apresentam ampla ocorrência nos ecossistemas brasileiros, demonstrando resistência a distintos fatores (SOUZA et al., 2007). Características físicas e químicas do solo, características morfofisiológicas dos vegetais, e compatibilidade entre os hospedeiros e as espécies de FMA determinam a presença dos fungos micorrízicos nos diferentes ecossistemas (SILVA, 2013).

*Acaulospora mellea*, *Acaulospora* sp.2, *Glomus brohultii*, *G. glomerulatum* e *G. macrocarpum*, foram dominantes, sendo registradas em mais de 50% das amostras, enquanto *Acaulospora* sp. 1, *A. foveata*, *Glomus* sp.1 e *Glomus* sp. 3, foram muito comuns (31-50%). As demais espécies foram comuns (10-30%) e raras (<10%). *Glomus brohultii*, *G. glomerulatum* e *G. macrocarpum* foram mais abundantes na rizosfera de *Salpichlaena volubilis* com 37, 41 e 48% respectivamente, enquanto *A. mellea* foi mais abundante na rizosfera de *Lygodium volubile* (28.18%) e *Acaulospora* sp.2 na de *Telmatoblechnum serrulatum* (45.39%). Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que espécies de FMA podem apresentar diferentes estratégias de esporulação a depender do ambiente e dos hospedeiros.

Sete táxons foram comuns na rizosfera das seis plantas (*Acaulospora mellea*, *Acaulospora* sp. 2, *Glomus brohultii*, *G. glomerulatum*, *G. macrocarpum*, *Glomus* sp. 1 e *Glomus* sp. 3); 11 táxons (*Acaulospora cavernata*, *A. spinosissima*, *Acaulospora* sp. 3, *Cetraspora pellucida*, *Glomus* sp. 8, *Intraornatospora intraornata*, *Kuklospora kentinensis*, *Pacispora chimonobambusae*, *Racocetra tropicana*, *R. fulgida* e *Rhizoglomus* sp. 1) ocorreram apenas em solos sob influência de *Pecluma robusta*; oito (*Acaulospora* sp. 4, *Acaulospora* sp. 6, *Ambispora fennica*, *Am. leptoticha*, *Corymbiglomus tortuosum*, *Glomus* sp. 9, *Glomus* sp. 10 e *Rhizoglomus antarcticum*) na rizosfera de *Telmatoblechnum serrulatum*; três táxons (*Acaulospora longula*, *Ambispora* sp. 1 e *Diversispora pustulata*) na rizosfera de *Serpocaulon* sp.; quatro táxons (*Cetraspora* sp. 2, *Claroideoglomus etunicatum*, *Diversispora aurantia* e *Rhizoglomus invermaium*) na de *Salpichlaena volubilis*; apenas um, *Glomus* sp. 11 e *Rhizoglomus clarum*, respectivamente, na rizosfera de *Lygodium volubile* e *Adiantum curvatum*.

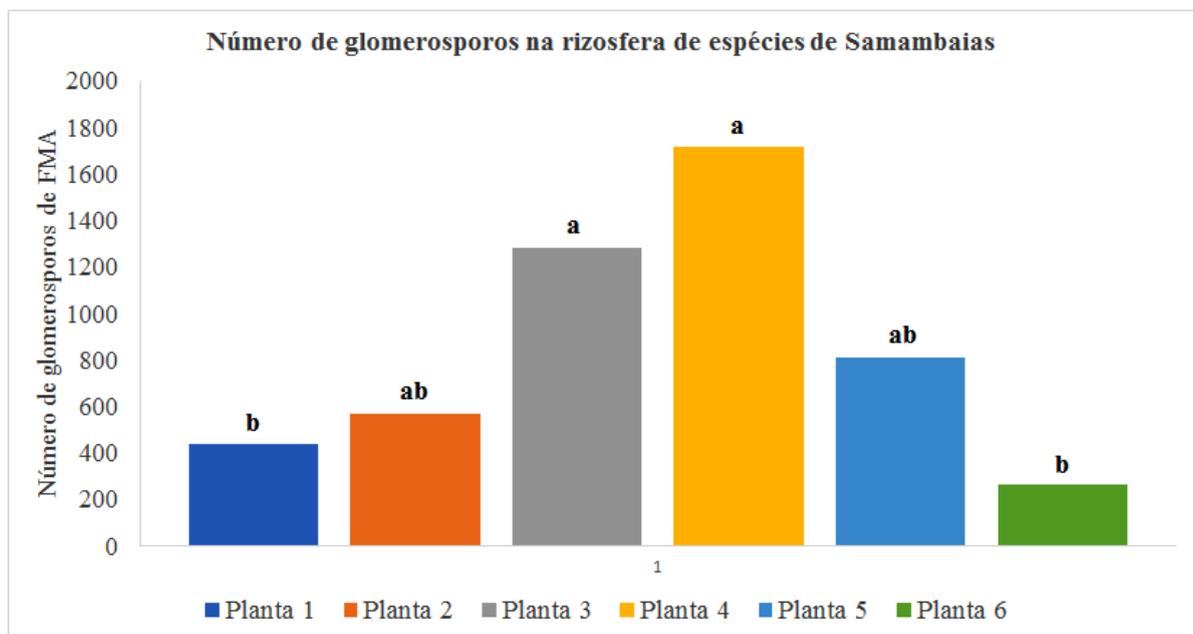
Esses resultados podem estar relacionados à preferência por hospedeiros, e fatores relacionados à biologia dos FMA, considerando também que esses fungos sofrem grande influência dos hospedeiros vegetais e das condições do solo. Quanto às espécies exclusivas de FMA encontradas na rizosfera de cada táxon vegetal, existe uma pressão de seleção do vegetal sobre os fungos, onde atuam mecanismos bioquímicos

específicos de reconhecimento entre os simbiotes, o que pode conferir certo grau de preferência nesse tipo de simbiose. Assim, essas espécies de FMA podem ser mais eficientes na simbiose, facilitando o estabelecimento e a sobrevivência das plantas nesses locais (VANDENKOORNHUYSE et al., 2002).

Para os índices de diversidade de Margalef, Shannon, índice de equitabilidade de Pielou, e dominância de Simpson não houve diferença significativa entre as assembleias de FMA na rizosfera das plantas estudadas. A riqueza de espécies de FMA também não diferiu estatisticamente, entretanto foi maior na rizosfera de *Pecluma robusta*.

O número de glomerosporos na rizosfera das plantas estudadas variou de 267 a 1723 em 50 g<sup>-1</sup> de solo (Figura 1), com a rizosfera de *Salpichlaena volubilis* apresentando maior média (1723 em 50 g<sup>-1</sup> de solo), seguida de *Serpocaulon* sp. (1281), *Lygodium volubile* (811), *Telmatoblechnum serrulatum* (572), *Pecluma robusta* (442) e *Adiantum curvatum* (267 em 50 g<sup>-1</sup> de solo). A capacidade de esporulação de FMA pode sofrer variação entre rizosferas de plantas hospedeiras e condições edáficas, dependendo também das características morfológicas e fisiológicas da planta e da compatibilidade genética entre os hospedeiros (BRUNDRETT, 2002; SMITH, 1995).

**Figura 1- Número de glomerosporos na rizosfera de espécies de Samambaias**



Planta 1= *Pecluma robusta*, Planta 2= *Telmatoblechnum serrulatum*, Planta 3= *Serpocaulon* sp.  
Planta 4= *Salpichlaena volubilis*, Planta 5= *Lygodium volubile*, Planta 6= *Adiantum curvatum*.

### Conclusões:

Com os resultados obtidos neste trabalho conclui-se que a Mata Atlântica suporta uma significativa riqueza e diversidade de FMA associada a espécies de samambaia, sendo a composição da comunidade de fungos de certo modo influenciada pelo hospedeiro, mesmo quando pertencem ao mesmo grupo taxonômico (samambaias). Tais resultados podem ser utilizados como subsídio para estratégias efetivas de preservação e conservação da Mata Atlântica.

### Referências bibliográficas

- AIDAR, M. P.M.; CARRENHO, R.; JOLY, C. A. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an atlantic forest chronosequence parque estadual turístico do Alto Ribeira (petar), SP. **Biota Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 1-13, 2004.
- BRUNDRETT, M. Mycorrhizas in Natural Ecosystems. In: BEGON, M.; FITTER, A.H.; MACFADYEN, A. **Advances in Ecological Research**, v.21, n.1, p. 171-313, 2002.
- BRUNDRETT, M.; MELVILLE, L.; PETERSON, L. **Practical Methods in Mycorrhiza Research**. Mycologue Publications, University of Guelph, Guelph, Ontario. 1994.
- CARRENHO, R.; TRUFEM, S. F. B.; BONONI, V. L. R. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 115-124, 2001.
- 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**, v.46, n. 1. p.235-244, 1963.
- JENKIS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n.1 p.692,1964.

- LEAL, P. L.; STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 1, p.111-121, 2009.
- LIPPERT, M. A. M.; CARRENHO, R. Impacto da degradação ambiental sobre um fragmento de floresta urbana semi-decidual (Parque do Cinquentenário, Maringá – PR) sobre as comunidades nativas de fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v.1, n.4, p. 35-47, 2011.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. United Kingdom.Blackwell Science, Ltd. 215 p. 2004.
- MAIA, L.C. Micorrizas. In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2010. p. 573-605, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2018. Biomas: Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2010. Mata Atlântica: manual de adequação ambiental. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/adequao\\_ambiental\\_publicao\\_web\\_202.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/adequao_ambiental_publicao_web_202.pdf)>. Acesso em: 22 Jan. 2018.
- MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots revisited**. CEMEX, Mexico City, 392p. 2004.
- PRADO, J.; SYLVESTRE, L. S. Introdução: as samambaias e licófitas do Brasil. In: FORZZA, R.C., org., et al. Instituto De Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. CATÁLOGO DE PLANTAS E FUNGOS DO BRASIL [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, p. 69-74, 2010.
- SANTOS, F. E. F.; CARRENHO, R. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em remanescente florestal impactado (Parque Cinquentenário - Maringá, Paraná, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 508-516, 2011.
- SANTOS, A.L.C.; CARVALHO, C.M.; CARVALHO, T.M. Importância de remanescentes florestais para conservação da biodiversidade: estudo de caso na Mata Atlântica em Sergipe através de sensoriamento remoto. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.7, n.2, p. 58-84, 2013.
- SCHENCK, N. C.; PÉREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. 3º ed. Gainesville, Synergistic Publications, 1990, 286 p.
- SILVA, D. K. A. Diversidade e ecologia de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de dunas e restingas naturais e revegetadas após atividade de mineração no Município de Mataraca, Paraíba. 2013. 140f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte: Conservação Internacional, p. 43-59,2005.
- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. London, Academic Press. 803p, 2008.
- SMITH, S. E. Discoveries, discussions and directions in mycorrhizal research. p.3-24. In: VARMA, A.; HOCK, B (Eds.). **Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology**. Springer Verlag, Berlin. p. 3-25, 1995.
- SOUZA, F.A.; SILVA, I.C.L.; BERBARA, R.L.L. Fungos micorrízicos Arbusculares: muito mais diversos do que se imaginava. **Biodiversidade**, v. 8, n.51, p. 501-556, 2007.
- STEHMANN, J. R. et al. Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica. In: STEHMANN, J. R et al., (Eds). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 3-12, 2009.
- STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J.O. Diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Ecossistemas Brasileiros. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Eds.) **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Lavras: Editora UFLA, pp. 537-583. 2008.
- VANDENKOORNHUYSE, P.; HUSBAND, R.; DANIELL, T.J.; WATSON, I.J.; DUCK, J.M.; FITTER, A.H.; YOUNG, J.P. Arbuscular mycorrhizal community composition associated with two plant species in a grassland ecosystem. **Molecular Ecology**, v. 11, n. 8, p. 1555-1564, 2002.
- ZHANG, Y.; GUO, L.D.; LIU, R.J. Survey of arbuscular mycorrhizal fungi in deforested and natural forest land in the subtropical region of Dujiangyan, southwest China. **Plant & Soil**, v.26, n.1, p: 257–263, 2004.