

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

PROJETO DE TESE DE DOUTORADO

**Estudo da comunidade de fungos gasteróides (*Agaricomycetes*,
Basidiomycota) em diferentes unidades fitogeográficas do Estado do
Paraná, Brasil.**

Candidata: **CAMILA RIBEIRO ALVES**

Orientadora: **Dra. Rosa Mara Borges da Silveira**
Departamento de Botânica – UFRGS

Coorientador: **Dr. Carlos Urcelay**
Universidad Nacional de Córdoba- Argentina

Introdução

Acredita-se que possa existir 1,5 milhão de espécies de fungos na Terra (Hawksworth, 2001), das quais cerca de 100 mil foram descritas até o presente. No início da história da micologia, já se imaginava que os fungos poderiam ser análogos aos insetos em termos de riqueza de espécies (Hawksworth & Rossman 1997). No entanto, é necessário que haja mais investigações micológicas principalmente em florestas tropicais, porque nelas provavelmente se encontra a maior diversidade fúngica do mundo. Esse panorama de desconhecimento explica-se porque estudos sobre biodiversidade a nível mundial geralmente se baseiam em plantas e animais e pouco ou nada se tem sobre diversidade de fungos (Montoya 2010). A falta de informações básicas sobre esta diversidade tem implicações significativas para muitos aspectos da biologia evolutiva. Isto dificulta, por exemplo, a elaboração de hipóteses filogenéticas, o papel ecológico que desempenham no ambiente, o entendimento das relações coevolutivas e interpretações de padrões biogeográficos (Mueller & Schmit 2007).

O grupo morfológico conhecido como fungos gasteroides ou gasteromicetos engloba fungos que apresentam como principal característica morfológica a produção de esporos no interior do basidioma (corpo de frutificação) que permanece fechado até a sua completa maturação. Quando maduros, a camada externa (perídio) que reveste o basidioma se rompe e expõe os esporos, que são dispersos de diversas formas; por meio do ar, água da chuva, insetos e outros animais (Pegler *et al.*, 1995). Representam atualmente um grupo polifilético, abrangendo diferentes ordens no filo *Basidiomycota*, por exemplo: *Agaricales*, *Boletales*, *Geastrales*, *Hysterangiales* e *Phallales* (Kirk *et al.*, 2008).

Trata-se de um grupo pouco estudado no Brasil, principalmente do ponto de vista ecológico. No entanto, é considerado de alta diversidade em toda América do Sul (Calonge *et al.*, 2000). Tem sido registrado em diversos

ambientes (Esqueda-Valle *et al.* 2000). Algumas espécies como, *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda, *Podaxis pistillaris* (L.) Fr. e *Tulostoma exasperatum* Mont. foram registradas somente em ambientes de clima seco, Caatinga, na Região Nordeste do país (Baseia & Galvão 2002). Enquanto que, espécies de *Calvatia*, *Geastrum* e *Morganella* são geralmente mais abundantes em ambientes e clima úmidos (Meijer 2006; Cortez *et al.* 2012). Outro fator importante a se destacar na distribuição do grupo de gasteromicetos é a composição vegetacional das áreas onde ocorrem. Certos gêneros como *Hysterangium*, *Pisolithus*, *Rhizopogon* e *Scleroderma* são simbioses de espécies vegetais, relacionando-se de forma ectomicorrízica com espécies de *Fabaceae*, *Fagaceae*, *Myrtaceae* e *Pinaceae* (Cairney & Chambers 1999). De modo geral, podem ser encontrados degradando diferentes tipos de substratos, em sua maioria madeira, serrapilheira, esterco, solo rico em matéria orgânica, e solo arenoso (Cortez 2009).

Os estudos de fungos gasteroides no Paraná ainda são escassos. No entanto, são conhecidas atualmente 43 espécies de gasteromicetos para o Estado (Meijer 2010). Contudo, esse número tende a aumentar com os resultados de estudos taxonômicos que estão sendo realizados no Estado, principalmente em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, localizados no oeste paranaense. Considerando as cinco unidades fitogeográficas do Paraná e suas diferenças climáticas e florísticas, acredita-se que a comunidade de gasteromicetos possa apresentar diferenças de abundância e riqueza nestes distintos ambientes. Apresentando provavelmente maior abundância e diversidade de táxons em áreas com maior volume e riqueza de espécies arbóreas, como é o caso de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. Contrário das unidades fitogeográficas de Estepe e Savana, formadas principalmente por espécies de gramíneas, herbáceas e arbustos, além de esparsos conjuntos arbóreos (capão). Nestas áreas, é possível que se encontre uma menor diversidade fúngica em relação aos tipos de florestas citadas anteriormente, devido à

composição vegetal bastante diferenciada e níveis de precipitação reduzidos durante o ano.

O mesmo se pode prever em relação às Florestas Ombrófilas e Floresta Estacional Semidecidual, visto que, em ambientes de Florestas Ombrófilas as precipitações são mais constantes durante o ano, assim como a estrutura do dossel. Diferentemente da Floresta Estacional Semidecidual, que é um ambiente caracterizado principalmente pela dupla estacionalidade climática: tropical com verões chuvosos seguidos de estiagem acentuada, e outra subtropical sem períodos secos, mas com invernos de temperaturas inferiores a 15° C. Destaque para uma característica importante nesse tipo de vegetação, 20-50% do conjunto florestal perdem suas folhas em determinada época do ano (Velooso 1991). Condição que também pode favorecer a formação de maior número de basidiomas nestes períodos.

Neste sentido, propõe-se um estudo ecológico da comunidade de fungos gasteroides em diferentes formações fitogeográficas do Estado, para avaliar dados de riqueza, abundância, e estrutura das comunidades gasteroides. Além de propor um estudo de distribuição das espécies de gasteromicetos do Paraná, visando contribuir para o conhecimento ecológico deste grupo.

Justificativa

Diversas pesquisas recentes sobre gasteromicetos têm auxiliado significativamente no melhor entendimento sobre a taxonomia do grupo para o norte e sul do país. Destacam-se os trabalhos de Baseia & Galvão (2002), Meijer (2006; 2010), Cortez (2009), Trierveiler-Pereira *et al.* (2011), Cortez *et al.* (2012), Trierveiler-Pereira & Silveira (2012), entre outros. No entanto, pouco se conhece sobre a dinâmica dos fatores bióticos e abióticos que influenciam na distribuição das espécies gasteroides em diferentes ambientes onde elas ocorrem. Dessa forma, acredita-se que seja relevante investigar os fatores que atuam na composição e distribuição da comunidade deste grupo. O Paraná é composto por cinco unidades fitogeográficas que podem fornecer resultados

ecológicos importantes para o grupo de gasteromicetos a nível regional e nacional. Conforme mencionado por Arnold (2007), algumas espécies de *puffballs*, *Lycoperdon echinatum sensu lato*, apresentam um diferente padrão de distribuição na Europa influenciado por fatores de temperatura, vegetação e tipo de solo. De acordo com Jumponnen *et al.* (2004), resultados de estudos como este podem ser utilizados para definir o espaço de nicho realizado em termos de ambientes mais frequentes associados a ocorrência de determinadas espécies de fungos.

Atualmente, na Europa, América do Norte, América Central e Austrália estudos a nível quantitativo têm sido utilizados para comparar comunidades de fungos em diferentes áreas, muitas vezes registrando espécies raras ou em perigo de extinção. Os resultados destes estudos, além de contribuírem com melhor conhecimento sobre a diversidade fúngica, também têm auxiliado em decisões sobre áreas prioritárias para conservação (Arnold 2007). No entanto, primeiramente é necessário identificar quais fatores e como eles estão relacionados com a composição das espécies de fungos nos ambientes amostrados, e de que maneira podem influenciar na presença ou ausência de determinados táxons (Esqueda-Valle *et al.* 2000). Além dos inúmeros táxons que podem ser encontrados durante o estudo, informações sobre as diferenças sazonais e ocorrência de espécies, fatores relacionados à abundância, diversidade de fungos nos diferentes ambientes estudados, assim como a estrutura da comunidade e possíveis plantas hospedeira, podem ser analisados (Claridge *et al.* 2000). Desta maneira, o presente estudo poderá fornecer dados ecológicos inéditos para fungos gasteróides no Paraná, os quais também poderão contribuir no incentivo à conservação de ambientes naturais ou em regeneração como as Unidades de Conservação, onde o estudo será realizado.

O presente projeto propõe um estudo ecológico da comunidade de fungos gasteróides em diferentes unidades fitogeográficas do Paraná, avaliando condições climáticas, propriedades do solo, composição da vegetação arbórea para cada ambiente amostrado. Visando compreender as

relações ambientais e a ocorrência dos táxons de gasteromicetos em diferentes áreas. Além de realizar um estudo de distribuição para o grupo, através do mapeamento das espécies de gasteromicetos do Estado.

Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é aprofundar o conhecimento ecológico sobre fungos gasteroides em diferentes ambientes do estado do Paraná.

Objetivos específicos:

- Analisar a composição de espécies de gasteromicetos em cinco diferentes unidades fitogeográficas do Paraná, através de coletas e consultas as coleções dos principais herbários da Região Sul do país;
- Identificar características do habitat, como clima (umidade, temperatura, precipitação), propriedades do solo e composição arbórea de cada ambiente amostrado, que possam influenciar a diversidade e abundância das espécies de gasteromicetos dentro das unidades fitogeográficas;
- Inferir sobre a distribuição regional das espécies de gasteromicetos do Paraná;
- Descrever prováveis espécies novas, assim como novos registros para o Estado, Brasil ou América do Sul, que venham a ser encontrados durante o estudo.

Metodologia

Coletas: Serão realizadas coletas em duas estações do ano, outono e primavera, durante o período de dois anos (2013-2015). As coletas serão feitas em parques que contemplem Unidades de Conservação (UC) que incluam os diferentes tipos de vegetação que ocorrem no estado do Paraná: Estepe(Campos gerais), Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Savana (Cerrado). Serão feitos cinco transectos de 50×2m de largura em cada parque (UC) selecionado. Onde serão coletados os basidiomas, os quais serão removidos do substrato utilizando-se uma faca ou canivete, sempre preservando estruturas importantes na identificação dos espécimes (rizomorfos, indúcio, perídio). O registro fotográfico dos espécimes será feito sempre antes da remoção, a fim de registrar o habitat. Todo o material coletado será acondicionado em potes plásticos e toalhas de papel, a fim de evitar danos aos basidiomas até serem examinados em laboratório.

Caracterização morfológica: Após a coleta, os espécimes serão levados ao laboratório de Micologia da UFRGS, onde serão realizadas as análises macroscópicas e microscópicas. Na análise macroscópica, características dos basidiomas serão observadas e anotadas em uma ficha incluindo informações do habitat, hábito, forma, dimensões e de outras estruturas importantes que formam o basidioma. A análise será feita a vista desarmada ou sob microscópio estereoscópico. A terminologia adotada seguirá a bibliografia especializada sobre fungos gasteroides (Miller & Miller 1988; Pegler *et al.* 1995; Calonge 1998; Sarasini 2005). A denominação das cores será estabelecida conforme a carta de cores de Kornerup & Wanscher (1978). Na análise microscópica, serão consideradas as medidas de pelo menos 25 elementos de cada microestrutura (basídios, basidiósporos e hifas). Estas serão preparadas em lâminas com hidróxido de potássio (KOH) 5% ou com corantes Vermelho Congo 1% ou Azul de Algodão (paracapilício e ornamentação de basidiósporos), os quais fornecem caracteres microquímicos decisivos para a identificação dos espécimes (Miller & Miller, 1988).

Análises ecológicas da comunidade de gasteromicetos: Para estudar a riqueza das espécies em cada unidade fitogeográfica, o número de coleções de cada espécie por transecto será usado para calcular as curvas de rarefação com o programa EstimateS 8.2 (Covell 2006). Para realizar uma estimativa sobre o nível de representação das comunidades de fungos obtidas de amostragens realizadas em cada situação, será calculado o estimador de riqueza de espécies mínima Chao2, o mais adequado para esse tipo de estudos (Unterseher *et al.* 2008). A estrutura fúngica em cada ponto será determinada pelo índice de Shanon-Wiener, conforme indicado por Zak & Willing (2004). Será realizada uma análise de variância (ANOVA) para determinar se existem diferenças de diversidade de gasteromicetos entre as diferentes unidades fitogeográficas. Serão realizadas análises estatísticas multivariadas de PCA (Análises de Componentes Principais) para examinar as relações entre a combinação das variáveis bióticas e abióticas e a composição das comunidades de fungos, para cada unidade e entre as unidades fitogeográficas. Também serão realizadas análises multivariadas (*cluster*), para o estudo da estrutura da comunidade (Schmit & Lodge 2005). Para as análises será utilizado o software estatístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008).

Coleta de dados abióticos: Os dados de temperatura, umidade e precipitação serão obtidos através do Instituto Tecnológico Simepar (Paraná). Para análises de solo, serão coletadas cinco amostras de 500 g de solo em cada unidade fitogeográfica, as amostras serão acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise de pH, Ca, N, P, K no Laboratório de Análises de solo da UFRGS (Camargo *et al.* 2009).

Determinação da composição arbórea: Para dados de florística, será anotado em planilha de campo o maior número de espécies de árvores encontradas dentro dos transectos que apresentem um DAP <10 cm. Quando não for possível a identificação dos espécimes em campo, o material será coletado e identificado com auxílio de bibliografia específica e/ou será solicitado ajuda de especialistas.

Distribuição das espécies de gasteromicetos: O mapeamento da distribuição das espécies no Estado será realizado com a utilização de recursos do programa de mapeamento de dados de diversidade DIVA-GIS. Serão Utilizados dados de coordenadas das coletas próprias e de materiais de herbário.

Cronograma

Ano	Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	Disciplinas PPG-Bot				x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisão de literatura				x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coletas									x	x	x	x
	Análise e identificação									x	x	x	x
2014	Coletas			x	x	x	x			x	x	x	x
	Análise e identificação			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisão de literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coleta de dados em herbário							x	x	x	x	x	x
2015	Coleta			x	x	x	x						
	Análise e identificação			x	x	x	x						
	Análise dos dados							x	x	x	x	x	x
2016	Análise dos dados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Redação da tese	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2017	Redação da tese	x	x										
	Defesa			x									

Financiamento: Este projeto conta parcialmente com recursos do projeto: “Estudos taxonômicos de Agaricomycetes (Basidiomycota, Fungi) na Região Sul do Brasil” aprovado pelo edital MCT/CNPq/MEC/CAPES Nº 52/2010 – PROTAG. Também será utilizado recurso da bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (1D) obtida pela orientadora.

Além destes recursos já disponíveis, o projeto será submetido a outros editais de agências de fomento (CNPq, CAPES, FAPERGS), durante o curso de doutorado da aluna. Também serão utilizados equipamentos e programas estatísticos do laboratório do coorientador, Dr. Carlos Urcelay, durante a estadia da aluna em sua instituição.

Referências:

Arnolds, E. J. M. Biogeography and Conservation. In: **Environmental and Microbial Relationships – The Mycota IV**. 2nd Edition. Kubicek, C. P.; Druzhnina, p. 338, 2007.

Baseia, I.G.; Galvão, T.C. O. Some interesting gasteromycetes (Basidiomycota) in dry areas from northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 16, n.1, p. 1-8, 2002.

Cairney, J.W.G; Chambers, S.M. **Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile**. Heidelberg: Springer, 1999.

Calonge, F.D. Gasteromycetes I: Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. **Flora Mycológica Ibérica**. v. 3, p. 1-2, 1998.

Calonge, F. D.; Moreno-Arroyo, B.; Gómez, J. Aportación al conocimiento de los Gasteromycetes, Basidiomycotina de Bolivia (America Del Sur). *Geastrum ovalisporum* sp. nov. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**. v.25, p. 271-276, 2000.

Claridge, A. W.; Cork, J. S.; Trappe, J. M. Diversity and habitat relationships of hypogeous fungi. I. Study design, sampling techniques and general survey results. **Biodiversity and Conservation**. v.9, p. 151–173, 2000.

Camargo, O. A.; Moniz, A. C.; Jorge, J.A.; Valadares, J. M. S. A. Métodos de Análises Químicas, Minerológicas e Físicas de solos do Instituto Agronômico de Campinas. **Instituto Agronômico**. p. 77, 2009.

Colwell R, 2006. ESTIMATES: Statistical estimate of species richness and shared species from samples, version 8. <http://purl.oclc.org/estimates>.

Cortez, V.G. **Estudos sobre Fungos Gasteróides (Basidiomycota) no Rio Grande do Sul**. 286 f. Tese (Doutorado em Ciências Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFRGS, Porto Alegre, 2009

Cortez, V. G.; Baseia, I. G. & Silveira, R. M. B. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: *Calvatia*, *Gastropila* and *Langermania* (Lycoperdaceae). **Kew Bulletin**, v. 67, p. 471-482, 2012.

Di Rienzo JC, W Robledo, F Casanoves, MG Balzarini, LA González et al. Infostat, Versión 2008p. Estadística y Biometría, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 2008.

Esqueda-Valle, M.; Perez-Silva, E.; Herrera, T.; Coronado-Andrade, M., Estrada-Torres, A. Composición de gasteromicetos e un gradiente de vegetación de Sonora, México. **Anales Del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México**. v. 71, n. 2, p. 39-62, 2000.

Hawksworth DL. The magnitude of fungal diversity: the 1,5 million species estimate revisited. **Mycological Research**. v. 105, p. 1422-1432, 2001.

Hawksworth DL. , Rossman AY. Where are all the undescribed fungi? **Phytopatology**.v. 87, p. 888-891,1997.

Jumpponen, A., Claridge, A.W., Trappe, J.M., Lebel, T., Claridge. D.L. Ecological relationships among hypogeous fungi and trees: inferences from association analysis integrated with habitat modeling. **Mycologia**.v.96, n. 3, p. 510–525, 2004.

Kirk, P.M.; Cannonn, P.F.; Minter, D.W.; Stalpers, J.A. **Dictionary of the Fungi**. 10th ed. Wallingford: CABI Publ., p. 771, 2008.

Kornerup, A. WanscherJH.**Methuen handbook of colour**. 3rd ed. London: Eyre Methue, p. 243, 1978.

Meijer, A.A.R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná.**Boletim doMuseuBotânico Municipal**, Curitiba, v. 68, p. 1-55, 2006.

Meijer, A.A.R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná: corrections and updating. **Boletim doMuseuBotânicoMunicipal**.Curitiba, v. 72, p. 1-9, 2010.

Miller, O.K.; Miller, H.H. **Gasteromicetes: morphological and developmental features**.Eureka: Mad River, p. 156, 1988.

Montoya, S.B; Gallego, J.H; Sucerquia,G.A; Peláez, B.B; Betancourt, G.O; Farias, M.D.F. Macromicetos observados en bosques del departamento de caldas: su influencia en el equilibrio y la conservacion de la biodiversidad. **Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.**v. 14 n.2, p. 57-73, 2010.

Mueller, G.M; Schmit, J.P. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? **Biodiversity and Conservation**.v.16, p. 1-5, 2007.

Pegler, D.N.; Laessoe, T.; Spooner, B. British puffballs, earthstars and stinkhorns.London, **HMSO/ Royal BotanicGardens**, Kew, p. 255, 1995.

Roderjan, C.V., F. Galvão, Y.S. Kunyoshi& G. Hatschbach: As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. – *Ciência &Amb.* v. 24, p. 75–92, 2002

Sarasini, M. **Gasteromiceti epigei**. Trento: Associazione Micologica Bresadola. 2005.

Schmit J. P.; Lodge, D. J. Classical Methods and Mordern Analysis for Studying fungal diversity. In: **The Fungal Community its Organizations and Role in the Ecosystem**. Dighton J.; White, F. J.; Oudemans, P. Third edition.p.996, 2005.

Trierveiler-Pereira, L.;Calonge, F. D.;Baseia,I.G. New distributional data on*Geastrum*(*Geastraceae*, *Basidiomycota*) from Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. v. 25, n. 3, p. 577-585, 2011.

Trierveiler-Pereira, L.; Silveira, R. M. B. On the *Geastrum* species (Geastraceae, Basidiomycota) described by Rick. **Phytotaxa**. V. 61, p. 37-46, 2012.

Unterseher M, Schnittler M, Dormann C, Sicker A.. Application of species richness estimators for the assessment of fungal diversity. *FEMS Microbiology Letters* 282: 205-213, 2008.

Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991

Zak, J.C.; Willig, M.R. Fungal Biodiversity Patterns. In: **Biodiversity of Fungi Inventory and Monitoring Methods**. Mueller, G.M., Bills G. F., Foster, M. p. 634, 2004.