

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

**TESE DE DOUTORADO**

**ESTUDOS TAXONÔMICOS EM POLÍPOROS TRAMETÓIDES  
(POLYPORALES, BASIDIOMYCOTA) NO SUL DO BRASIL**

**Mateus Arduvino Reck**

**Orientadora: Profa. Dra. Rosa Mara Borges da Silveira**

**Porto Alegre, RS, Brasil**

**2013**

**Mateus Arduvino Reck**

**ESTUDOS TAXONÔMICOS EM POLÍPOROS TRAMETÓIDES  
(POLYPORALES, BASIDIOMYCOTA) NO SUL DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, Área de Concentração em Taxonomia Vegetal (Micologia), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Botânica**.

**Orientadora: Profa. Dra. Rosa Mara Borges da Silveira**

**Porto Alegre, RS, Brasil**

**2013**

*Este trabalho é dedicado  
ao meu pai, Fernando Martins  
Reck, que com muito esforço  
me oportunizou ingressar no  
mundo da ciência.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de uma forma ou outra auxiliaram e estiveram presentes durante essa fase da minha vida, tornando possível cumprir mais esta etapa na minha carreira.

À Profa. Dra. Rosa Mara Borges da Silveira, pela oportunidade e orientação durante muitos anos de trabalho;

Aos micólogos Dr. Cony Decock e Mario Amalfi, pela coautoria na maior parte do trabalho, além da amizade e acolhimento durante minha estadia na Bélgica.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Botânica da UFRGS, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos amigos e colegas do laboratório de Micologia, Paula Santos, Juliano Marcon Baltazar, Larissa Trierveiler Pereira, Mauro Westphalen e Marisa Campos Santana pela convivência, amizade e companheirismo no trabalho em laboratório e durante as saídas de campo.

Aos técnicos e funcionários da Micoteca e do Laboratório de Biologia Molecular da Universidade de Louvain, pelo inestimável auxílio.

Aos funcionários e motoristas do Programa de Pós-Graduação em Botânica, do Instituto de Biociências, do Herbário ICN e da biblioteca da Botânica da UFRGS.

Aos curadores dos herbários FLOR e PACA, pelo empréstimo de exsicatas que foram de grande auxílio na realização do trabalho.

A todos meus amigos do Brasil e de além-mar, muito obrigado pelo incentivo e companheirismo

A todos os meus familiares, em especial minha família de Porto Alegre, Gabi, Mari, André e Kiko.

## RESUMO

O presente estudo, realizado entre os anos de 2009 e 2013, apresenta os resultados de estudos morfológicos e moleculares dos políporos trametóides encontrados na região sul do Brasil e suas implicações para a taxonomia do grupo. Através de estudos moleculares (baseados no sequenciamento de três diferentes marcadores, ITS, RPB2 e TEF1-alpha) de espécimens selecionados, assim como de coletas de outras partes do mundo, uma filogenia do grupo em questão é apresentada. Os resultados obtidos são discutidos sob o ponto de vista das modificações taxonômicas. Em uma segunda parte, com base em estudos morfológicos dos políporos trametóides encontrados nos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foram identificados 20 espécies classificadas em seis gêneros distintos: *Apoxona papyracea* (Berk) Reck & Silveira, *Corioloopsis caperata* (Berk.) Murr., *Corioloopsis stereoides* (Fr.:Fr.) Reck & Silveira, *Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. & Ryvardeen, *Funalia rigida* (Berk. and Mont.) Peck, *Funalia supina* (Swartz: Fr.) Reck & Silveira, *Hexagonia hydnoides* (Fr.) M. Fidalgo, *Trametes betulina* (Fr.) Fr., *Trametes cingulata* Berk., *Trametes cubensis* (Mont.) Sacc., *Trametes elegans* (Spreng.: Fr.) Fr., *Trametes hirsuta* (Fr.) Pilát, *Trametes lactinea* (Berk.) Pat., *Trametes maxima* (Mont.) David & Rajchenberg, *Trametes membranacea* (Sw.:Fr.) Kreisel, *Trametes pavonia* (Hook) Ryv., *Trametes polyzona* (Pers.) Justo, *Trametes sanguinea* (L.) Lloyd, *Trametes versicolor* (L.) Lloyd e *Trametes villosa* (Fr.) Kreisel, Todas as espécies são descritas e discutidas. Duas chaves de identificação são apresentadas, assim como oito novas combinações são propostas.

Palavras-chave: fungos, sistemática, podridão-branca, filogenia.

## ABSTRACT

The present study, executed between the years 2009 and 2013, presents the results of both morphological and molecular studies to the trametoid polypores found in south Brazil, as well their taxonomic implications. By the molecular studies (based on three nuclear markers, ITS, RPB2 and TEF1-alpha) from selected specimens, as well from worldwide collections, a phylogeny for the group is presented. The results are discussed from the taxonomic perspective. In a second part, based on the morphological studies of trametoid polypores found in Paraná, Rio Grande do Sul and Santa Catarina states, 20 species were identified, classified in six different genera: *Aporosa papyracea* (Berk) Reck & Silveira, *Corioloopsis caperata* (Berk.) Murr., *Corioloopsis stereoides* (Fr.:Fr.) Reck & Silveira, *Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. & Ryvardeen, *Funalia rigida* (Berk. and Mont.) Peck, *Funalia supina* (Swartz: Fr.) Reck & Silveira, *Hexagonia hydroides* (Fr.) M. Fidalgo *Trametes betulina* (Fr.) Fr., *Trametes cingulata* Berk., *Trametes cubensis* (Mont.) Sacc., *Trametes elegans* (Spreng.: Fr.) Fr., *Trametes hirsuta* (Fr.) Pilát, *Trametes lactinea* (Berk.) Pat., *Trametes maxima* (Mont.) David & Rajchenberg, *Trametes membranacea* (Sw.:Fr.) Kreisel, *Trametes pavonia* (Hook) Ryv., *Trametes polyzona* (Pers.) Justo, *Trametes sanguinea* (L.) Lloyd, *Trametes versicolor* (L.) Lloyd and *Trametes villosa* (Fr.) Kreisel. They are described and discussed. Two identifications keys are provided, as well eight new combinations.

Key-words: fungi, systematics, white-rot, phylogeny.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Histórico e taxonomia</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Macro e micromorfologia</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Políporos trametóides</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4 Estudos moleculares</b> .....	<b>8</b>
<b>1.5 Importância ecológica e econômica</b> .....	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Coleta e preservação de materiais</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Estudos morfológicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4 Coleções examinadas</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5 Obtenção de cultivos</b> .....	<b>16</b>
<b>3.6 Estudos Moleculares</b> .....	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>Artigo I</b> .....	<b>21</b>
<b>Artigo II</b> .....	<b>35</b>
<b>Artigo III</b> .....	<b>51</b>
<b>ArtigoIV</b> .....	<b>75</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>91</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Políporo é um termo coletivo utilizado para descrever os fungos do filo Basidiomycota que possuem himenóforo tubular, excluindo-se os cogumelos pertencentes à ordem Boletales E.J. Gilbert. O himenóforo tubular, que quando visto frontalmente apresenta-se em forma de poros, nada mais é do que uma estratégia para aumentar a superfície himenial, isto é, uma adaptação para o aumento da camada celular formadora de esporos. Os políporos são conhecidos popularmente como orelhas-de-pau ou prateleiras, sendo que ocasionalmente algumas espécies estipitadas também podem ser chamadas de cogumelo. A grande maioria dos políporos são degradadores de madeira, e possuem a capacidade de utilizar os componentes das paredes da célula vegetal como recurso principal de energia para crescimento e reprodução.

### 1.1 Histórico e Taxonomia

No princípio da classificação binomial os fungos hoje reconhecidos como políporos não eram tratados como um grupo distinto (Overholts 1953). Persoon, em 1825, foi o primeiro pesquisador a considerar os fungos com himenóforo poróide como um grupo à parte (Overholts 1953). A primeira classificação micológica, elaborada por Fries (1821) e chamada de *Systema Mycologicum*, colocava os políporos dentro da Tribus Polypori, reconhecendo três gêneros, *Daedalea* Pers., *Polyporus* P. Micheli ex. Adans. e *Merulius* Fr., distinguindo-os dos cogumelos com poros (Boletaceae). Mais tarde, Fries (1838) usou pela primeira vez o nome Polyporaceae para designar a família dos políporos verdadeiros, sendo desde então utilizada largamente para se referir a estes organismos. Patouillard (1900) implementou o uso dos caracteres microscópicos para o estudo dos fungos conhecidos como himenomicetes (basidiomicetes que expunham o himenóforo desde o início do desenvolvimento), o qual incluía os políporos, propondo uma nova divisão deste grupo. A ordem Aphyllophorales foi posteriormente proposta por Rea (1922), influenciado pelos estudos de Patouillard, para acomodar as formas clavarióides (Clavariaceae Chevall.), teleforóides (Thelephoraceae Chevall.), hidnóides (Hydnaceae Chevall.) e ainda os fungos com himenóforo poróide (Polyporaceae Corda). Com o avanço das técnicas de análise ao longo do século

XX, tais como o aumento da resolução dos microscópios, juntamente com informações bioquímicas, citológicas e genéticas, vários sistemas de classificação foram propostos no nível das famílias, gêneros e espécies de políporos, porém a ordem Aphyllphorales foi sendo mantida ao longo desse desenvolvimento. Corner (1932) propôs a incorporação da análise do sistema hifal na taxonomia dos fungos com poros, um caractere muito utilizado ainda hoje, modificando substancialmente a circunscrição de espécies e principalmente de gêneros nos grupos de políporos. Alexopoulos & Mims (1979) apresentaram uma classificação para todo o reino Fungi na qual a ordem Aphyllphorales era ainda mantida, reunindo então os fungos com himenóforo poróide nas seguintes famílias: Bondarzewiaceae Kotlába & Pouzar, Fistulinaceae Lotsy, Ganodermataceae (Donk) Donk, Hymenochaetaceae Imazeki & Toki e Polyporaceae. Esta classificação foi amplamente utilizada fazendo com que os políporos sejam chamados ainda hoje de Aphyllphorales. Ryvarden realizou extensivos trabalhos acerca da definição dos gêneros de políporos, sintetizados em *Genera of Polypores* (1991) no qual caracteriza e define todos os gêneros de políporos propostos desde o sistema de Fries, verificando a validade dos mesmos, suas características principais, identificando grupos correlacionados morfológicamente e apresentando chaves de identificação para os gêneros. Mesmo com descrição de novas famílias e o avanço na classificação, a chave principal de separação dos grupos segundo Ryvarden seguiu segregando morfológicamente Ganodermataceae, em função dos esporos de parede dupla e ornamentada, Hymenochaetaceae, com septo simples, presença conspícua de setas e reação xantocróica (enegrecendo em solução de KOH), e Polyporaceae *sensu lato*. Recentemente, o grupo AFTOL – *Assembling the Fungal Tree of Life* – (Lutzoni *et al.* 2004), que reúne uma gama de micologistas de vários países, vem realizando uma série de trabalhos filogenéticos, com auxílio de análises moleculares, morfologia e biologia reprodutiva, que têm alterado substancialmente a classificação do Reino Fungi. Nas filogenias mais modernas elaboradas por este grupo (Hibbett *et al.* 2007) os basidiomicetes macroscópicos mais comuns, tais como cogumelos e orelhas-de-pau, encontram-se dentro do subfilo Agaricomycotina Doweld, o qual contém três classes e engloba inúmeras ordens. Os fungos com poros pertencem à classe Agaricomycetes Doweld, porém dentro desta, se distribuem polifileticamente em várias ordens, sendo as mais importantes Hymenochaetales Oberw e Polyporales Gäum. Entretanto, vários representantes dos políporos verdadeiros estão

classificados dentro de Trechisporales K.H. Larss., Corticiales K.H. Larss., Gloeophyllales Thorn, Russulales Kreisel ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David e Agaricales. Esses dados corroboram que a forma tubular do himenóforo é um caractere que evoluiu diversas vezes nos basidiomicetes, sendo um exemplo de convergência morfológica entre os diferentes grupos para o aumento da superfície formadora de esporos (Hibbett & Binder 2002). Desde o surgimento da análise do sistema hifal, do uso de reações químicas e mais recentemente das ferramentas moleculares, fica evidente que a mesma configuração de himenóforo está relacionada a diferentes grupos de fungos, e as análises filogenéticas devem dar ênfase a caracteres que se conservem melhor e com menos pressão de adaptação (Binder *et. al* 2005).

## **1.2 Macro e Micromorfologia**

A análise morfológica, tanto macro quanto microscópica, forma a base das principais classificações micológicas, incluindo os políporos, e segue sendo de fundamental importância para a taxonomia de todos os fungos (Korf 2005). A macromorfologia dos políporos consiste em analisar a duração de vida, o hábito, a consistência e as dimensões do basidioma, além do estudo das características do píleo (quando presente) e do himenóforo. A duração de vida de um basidioma pode ser anual, bianual ou perene, neste último caso com camadas de tubos desenvolvendo-se subsequentemente uma abaixo da outra. O hábito varia entre os chamados ressupinados, que são aqueles que não apresentam píleo (chapéu) e estão totalmente aderidos ao substrato, formando manchas sobre o mesmo, até os pileados (com chapéu), que podem ser efuso-reflexos, quando apresentam uma parte ressupinada e outra pileada, sésseis, nos quais não há parte ressupinada e uma base insere-se diretamente no substrato (sem presença de estípite verdadeiro), ou ainda estipitados, com um estípite inserido lateralmente ou centralmente no píleo. A forma e a inserção do basidioma no substrato também são bastante variáveis. Os fungos ressupinados geralmente são descritos em relação à forma da mancha no substrato, se é homogênea e regular; a forma dos efuso-reflexos e sésseis varia desde imbricado até unglado, enquanto a inserção destes pode ser amplamente aderidos, dimidiados ou espatulados; os estipitados podem ter o estípite central,

excêntrico ou lateral, ou ainda serem infundibuliformes. Quando apresenta píleo, a superfície superior deste varia quanto à coloração, presença de bandas e cutícula, além da rugosidade e textura, que vai de glabra até densamente pilosa. O himenóforo também varia quanto à coloração, além da forma dos poros, sua disposição e quantidade de poros por mm. A forma dos poros é bastante variável, podendo ser regulares (arredondados ou angulares) indo até formas irregulares, como alongados, sinuoso-daedalóides, até formas lameladas. O basidioma quando visto em corte pode ser dividido em contexto e tubos (himenóforo). Os tubos, como já falado anteriormente, podem estar arrançados em várias camadas nos políporos perenes; já o contexto, compreendido entre o himenóforo e a superfície pilear, pode variar quanto à sua estrutura, podendo ser homogêneo ou dividido em camadas, com presença de bandas ou linhas-negras. Nas espécies ressupinadas o contexto pode também ser chamado de subiculum (Ryvarden & Johansen 1980).

O estudo da micromorfologia visa caracterizar e mensurar as estruturas microscópicas de interesse taxonômico (Gilbertson & Ryvarden 1986). O fungo é analisado microscopicamente em todas as regiões do basidioma: os tubos, formados pelo dissepimento, o qual inclui a camada formadora de esporos, ou himênio, e a parte estéril que a sustenta, chamada trama do dissepimento, ou somente trama; e o contexto, o qual é geralmente estéril (às vezes pode originar estruturas de reprodução assexuada). São caracterizados o sistema hifal, os elementos estéreis e a parte reprodutiva. A análise do sistema hifal, hoje uma característica indispensável para a taxonomia, foi proposta primeiramente por Corner (1932). Esta consiste em verificar e classificar o fungo em relação aos tipos de hifas que compõem o basidioma e sua disposição no mesmo. As hifas generativas, ou hifas reprodutivas, estão presentes em todos os fungos e se caracterizam por apresentarem septo e geralmente possuem paredes finas. O outro tipo de hifa que pode estar presente é estéril, pois não apresenta septo, e se chama vegetativa; esta por sua vez, pode ser do tipo vegetativa esqueletal ou vegetativa ligadora. As vegetativas esqueletais se caracterizam por serem geralmente retas, não apresentando ramificações, e paredes engrossadas; entretanto, podem aparecer esqueletais do tipo arboriforme, que possuem base reta e ápice ramificado. As hifas vegetativas ligadoras se caracterizam por possuírem muitas ramificações, paredes levemente engrossadas e calibre menor que as esqueletais. Dependendo de qual dos tipos de hifas está

presente, o fungo recebe a denominação de: monomítico, quando somente as generativas estão presentes; dimítico, quando além das generativas, está presente somente um tipo de vegetativa, esquelética ou ligadora; e trimítico, quando estão presentes todos os três tipos, generativa, esquelética e ligadora. Teixeira (1995) coloca que, quando da presença de generativas e esqueléticas o sistema hifal denomina-se dimítico, e quando da presença de generativas e ligadoras o sistema hifal denomina-se anfimítico. O himênio, recobrando as paredes internas dos tubos, é formado principalmente por basidióolos, cistidióolos e basídios, sendo estes últimos as principais células dessa camada, pois aí ocorrem a cariogamia e a meiose, dando origem aos esporos sexuais (basidiósporos). Os basídios são geralmente clavados, do tipo holobasídio e possuem quatro esterigmas, não possuindo muito valor para a identificação de espécies em políporos; raras espécies do grupo possuem basídios septados. Em alguns casos, projeções de conjuntos de hifas estéreis de comprimento variável, conhecidas como pedras (“hyphal pegs”) podem estar presentes no himênio, projetando-se na luz dos tubos. Os basidiósporos são de suma importância para a taxonomia dos políporos, variando muito no tamanho e na forma. Esta última pode variar de globosa a cilíndrica, passando por subglobosa, elipsóide e subcilíndrica, podendo também ser alantóide ou navicular. As paredes dos basidiósporos são geralmente lisas e finas, mas podem se apresentar ornamentadas (verrugosas, espinhentas ou estriadas) ou com parede espessa (às vezes parede dupla). Os elementos estéreis são encontrados geralmente no himênio ou próximos deste, e podem estar associados à retenção de umidade por parte do fungo. Destacam-se como os principais elementos estéreis de importância taxonômica os cistídios, os dendrohiáfídios e as setas. Os cistídios geralmente apresentam parede engrossada, e podem ou não estar incrustados com cristais; os dendrohiáfídios são elementos de parede fina, bastante ramificados em seu ápice, e que são mais facilmente visualizados com material ainda fresco; já as setas possuem ápices agudos, curvados ou não, e apresentam paredes engrossadas e coloração geralmente escura. Esporos assexuados também podem ser encontrados nos políporos, sendo dois os tipos principais: conídios, que geralmente possuem parede fina e se desenvolvem a partir de ápices de hifas, e clamidósporos, que são interpretados como esporos de resistência, pois possuem parede engrossada tendo origem apical ou intercalar nas hifas (Gilbertson & Ryvarden 1986).

### 1.3 Políporos trametóides

Dentre os grupos de políporos conhecidos pode-se destacar os políporos trametóides. Os políporos trametóides, isto é, o gênero *Trametes* Fr. e outros gêneros correlatos, são reconhecidamente um grupo muito diverso, com inúmeras espécies e com taxonomia bastante complicada. Os problemas de interpretação e de delimitação do grupo têm sido alvo do interesse de várias gerações de micologistas que se esforçam para resolvê-los, utilizando diferentes abordagens. Desde que o gênero foi descrito por Fries em 1835, distintos arranjos taxonômicos foram propostos para o grupo, com os diferentes caracteres diagnósticos do grupo também sofrendo mudanças graduais. Fries (1835) descreveu o gênero *Trametes* para acomodar espécies de políporos com consistência coriácea e contexto sem separação da trama himenial. Ao mesmo tempo, gêneros como *Lenzites* Fr. e *Daedalea* Pers. foram criados para espécies com himenóforo lamelar e dedalóide, respectivamente. Patouillard (1900) elevou *Trametes* ao nível taxonômico de série, na qual estavam incluídos seis gêneros: (*Lenzites* Fr., *Hexagonia* Fr., *Trametes*, *Coriolus* Quéll., *Funalia* Pat. e *Daedalea*). Kotlaba & Pouzar (1957) foram os primeiros a utilizar o sistema hifal para delimitar o grupo, e descreveram *Trametes*, e conseqüentemente os políporos trametóides, como possuidor de sistema hifal trimítico. Posteriormente, dois autores trataram de definir o conceito de políporos trametóides, Corner (1989) e Ryvarden (1991), os quais consideraram as seguintes características para definir este grupo: espécies cosmopolitas, de basidioma sempre pileado, podendo ser efuso-reflexas ou sésseis, hifas generativas com septo fibulado, sistema hifal predominantemente trimítico, raramente dimítico, apresentando hifas esqueléticas e/ou ligadoras. Os esporos possuem paredes finas, não apresentando reação amilóide ou dextrinóide em reagente de Melzer, sendo predominantemente cilíndricos, variando de elipsóides a alantóides. Entretanto, Corner não considerou relevante o tipo de podridão causada pelo fungo como um caractere para a delimitação dos gêneros e do grupo trametóide em si, colocando dentro deste alguns gêneros de podridão castanha, como *Fomitopsis* P. Karst. e *Daedalea*; no *sensu* Corner, todas espécies consideradas trametóides (com exceção de *Daedalea*, *Lenzites* e *Trichaptum* Murrill) foram transferidas para *Trametes*. Ryvarden, ao contrário, considerou o tipo de podridão causada como um caractere

importante para a separação genérica e definição do grupo, deixando dentro dos políporos trametóides somente aqueles gêneros que, além das características já listadas, produzissem podridão branca na madeira. O grupo trametóide *senso* Ryvar den é mais restritivo e mantém os gêneros separados. Recentemente, alguns trabalhos corroboraram a validade da podridão causada para a separação de clados dentro de políporos (Yang 2011).

Os gêneros que formam o grupo chamado políporos trametóides pertencem à ordem Polyporales Gäm (Basidiomycota) e possuem aproximadamente 80 espécies descritas, com distribuição cosmopolita, porém mais diversos em ambientes tropicais (Kirk *et al.* 2008) *Trametes*, o gênero mais numeroso do grupo, se caracteriza por possuir poros geralmente bem definidos e regulares, hifas vegetativas hialinas e contexto esbranquiçado (Ryvar den, 1991). *Corioloopsis* Murrill possui todas as características macro e micromorfológicas semelhantes a *Trametes*, entretanto as hifas vegetativas do contexto e da trama possuem coloração dourada a castanho escura, tornando o basidioma mais escurecido que em *Trametes*. Ryvar den (1991) coloca que esta característica distintiva entre os dois gêneros é dúvida e que estudos mais detalhados devem ser feitos para elucidar essa questão ao nível genérico. *Hexagonia* é um gênero predominantemente tropical que se caracteriza por possuir basidioma séssil, poros largos e hexagonais, e esporos cilíndricos grandes quando comparados com os dos outros gêneros. As hifas vegetativas também possuem coloração escura, dando um aspecto acinzentado ao contexto. A cobertura da superfície pilear, a qual sempre possui muitas zonas, foi destacada como uma importante característica taxonômica por Fidalgo (1968), caracterizando-a como sempre estrigosa a velutinosa, mas a mudança para a condição glabra com o envelhecimento do basidioma coloca esse caractere em dúvida. Outros dois gêneros incluídos nos políporos trametóides são *Earliella* Murrill e *Fomitella* Murrill, ambos os gêneros monotípicos. *Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. & Ryvar den, a qual possui contexto branco e hifas vegetativas hialinas, diferencia-se de *Trametes* somente pelo hábito predominantemente efuso-reflexo e pelo desenvolvimento de uma cutícula avermelhada na superfície do píleo. *Fomitella supina* (Sw.) Murrill também desenvolve uma cutícula avermelhada sobre a superfície pilear, porém possui hábito predominantemente séssil, além de contexto e himenóforo marrom-avermelhado a ferrugíneo. Alguns outros gêneros também foram

considerados como fazendo parte do grupo de políporos trametóides. *Lenzites* se caracteriza por possuir himenóforo com poros irregulares no começo do desenvolvimento do basidioma, tornando-se lamelas com o amadurecimento do mesmo. Além do mais, possui um cata-himênio com terminações hifais pontiagudas. *Daedaleopsis* J. Schröt. possui himenóforo daedalóide (em forma de labirinto) bastante irregular, muito semelhante a *Daedalea*, porém este último causa podridão castanha. *Datronia* Donk é um gênero que possui espécies com hábitos variados e contexto geralmente escuro. O sistema hifal deste gênero, de difícil definição, já foi classificado como dimítico e trimítico, ficando uma dúvida quanto à correta posição taxonômica do mesmo. Trabalhos recentes em biologia molecular têm colocado algumas das espécies do gênero próximo ao grupo do gênero *Polyporus* P. Micheli ex Adans., o qual possui sistema hifal dimítico e não está diretamente relacionado com *Trametes*. De maneira semelhante, *Megasporoporia* Ryvarden & J.E. Wright foi posto como sinonímia de *Dichomitus* D.A. Reid, um gênero mais relacionado com o grupo *Polyporus*. *Cerrena* Gray é separada dos outros gêneros por não possuir hifas ligadoras verdadeiras, e a maioria das espécies estão distribuídas no hemisfério norte (Tomsovsky 2008)

Os principais trabalhos utilizados para a identificação dos políporos trametóides não foram realizados na região neotropical (Ryvarden & Johansen 1980; Gilbertson & Ryvarden 1986, 1987), havendo somente uma chave completa para a identificação do gênero *Trametes* desta região (Ryvarden 2000). No Brasil, Gomes-Silva *et. al* (2010) apresentaram uma chave de identificação e descrições de 10 espécies que ocorrem na Amazônia.

#### **1.4 Estudos Moleculares**

Até o presente momento, quatro trabalhos de sistemática filogenética foram realizados acerca dos políporos trametóides, dois mais antigos e dois mais recentes. Ko & Jung (1999) e Tamsovsky *et al* (2006)(utilizando as sequencias nSSU, e nLSU e ITS, respectivamente) os quais ratificaram a monofilia do grupo trametóide trimítico e causador de podridão branca em relação a outros grupos de políporos. Justo & Hibbett (2011) e Welti *et. al* (2012) (utilizando as sequencias nLSU, ITS, RPB1, RPB2 e TEF1-alpha, e nLSU, ITS e RPB2, respectivamente) fizeram uma análise mais refinada da filogenia do grupo, mas com consequências taxonômicas

diferentes. Ambos identificaram um clado trametóide principal, contendo os gêneros *Trametes*, *Corioloopsis*, *Pycnoporus* e *Lenzites*. Enquanto os primeiros defendem a sinonimização das espécies aí incluídas sob nome de *Trametes*, (indo de encontro à concepção apresentada por Corner), já os últimos propuseram a divisão do gênero *Trametes* em pelo menos quatro gêneros.

### **1.5 Importância ecológica e econômica**

Os fungos são organismos fundamentais na ciclagem de matéria nos ecossistemas, pois desempenham importante papel de decompositores (Begon *et al.* 2006). Entre os vários substratos utilizados pelos fungos, destacam-se a madeira, sendo denominados xilófilos ou lignolíticos, aqueles que a degradam. Os fungos xilófilos são capazes de secretar enzimas que degradam os componentes da parede da célula vegetal, obtendo os nutrientes necessários para seu desenvolvimento (Akhtar *et al.* 1997). Dentre os fungos xilófilos, os Basidiomycetes (principalmente os políporos) são os mais conspícuos (Oberwinkler 1994), e podem ser classificados em dois grupos, conforme sua habilidade em decompor os componentes da madeira. Os que degradam celulose, hemicelulose e lignina são ditos de podridão branca, pois a madeira em decomposição possui aspecto esbranquiçado, além de ficar com textura esponjosa e fibrosa, bastante frouxa. Os que degradam somente celulose e hemicelulose, deixando a lignina, são ditos de podridão castanha, já que a madeira em decomposição preserva uma coloração marrom-clara, além de desintegrar-se, ou esfarelar-se, em cubos mais rígidos. Por serem os únicos organismos capazes de despolimerizar e mineralizar eficientemente todos os componentes da madeira, estes fungos desempenham um papel fundamental no ciclo do carbono (Kersten & Cullen 2006).

Por serem xilófilos, assim como a maioria dos políporos, os fungos trametóides causam prejuízos econômicos ao atacarem madeira utilizada em construções e artefatos, além de poderem parasitar espécies arbóreas de valor econômico (Gilbertson & Ryvarden 1986). Algumas espécies do grupo, especialmente as pertencentes ao gênero *Trametes* são bastante exploradas do ponto de vista biotecnológico. *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, uma das espécies mais comuns do grupo, tem sido amplamente usada para a extração de compostos

utilizados na indústria da celulose (Islam *et. al* 2008) e para biorremediação. Alguns compostos medicinais têm sido isolados de espécies de fungos pertencentes ao gênero *Trametes*, como por exemplo, *T. gibbosa* (Pers.) Fr., da qual se têm extraído compostos para serem testados como anticarcinogênicos (Czarnecki & Grzybek 1995; Yassin *et. al* 2008).

## **2. OBJETIVOS**

1. Ampliar o conhecimento sobre as espécies de políporos trametóides no sul do Brasil e conseqüentemente na região neotropical, através de uma abordagem taxonômica e sistemática;

2. Identificar e descrever as espécies de políporos trametóides que ocorrem na Região Sul do Brasil;

3. Fornecer dados sobre a distribuição das espécies de políporos trametóides nessa área;

4. Auxiliar a esclarecer a relação filogenética entre as espécies e gêneros de políporos trametóides.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

As coletas de materiais foram iniciadas em março de 2009 e finalizadas em dezembro de 2010. Mais de 30 excursões a campo foram realizadas nesse período. A área de abrangência deste estudo foi a Região Sul do Brasil, composta por três estados: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, compreendendo uma área de aproximadamente 576.500 Km<sup>2</sup>.

Abrigando uma diversidade de paisagens bastante grande, onde se pode encontrar planaltos, serras e planícies, a Região Sul possui uma alta diversidade de formações vegetais. Exceto pelo planalto meridional (onde se encontra a mata com araucária) que possui clima do tipo Cfb, todo o resto da região possui clima Cfa na classificação climática de Koppen. Isto quer dizer que a região tem quatro estações bem definidas, com amplitude de temperatura significativa, mas sem período pronunciado de seca, com chuvas bem distribuídas. As principais formações florestais presentes na Região Sul e que foram visitadas durante as excursões de coleta são, segundo IBGE (2012) (Figura 1):

- Floresta estacional semidecidual - O conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona subtropical, correlaciona-se a clima sem período seco, porém com inverno bastante frio (temperaturas médias mensais inferiores a 15º C), que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem. A porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem as folhas individualmente, situa-se, ordinariamente, entre 20% e 50%. É composta por macrofanerófitos que recobrem solos basálticos eutróficos. Esta floresta possui dominância de gêneros amazônicos de distribuição brasileira.

- Floresta estacional decidual - Possui estrato superior formado de macro e mesofanerófitos predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável. Localiza-se no vale do Rio Uruguai, entre a Floresta Ombrófila Mista (mata com araucária) do Planalto Meridional e a

Estepe (Campos Gaúchos). Não possui período seco demarcado, porém conta com inverno frio (temperaturas médias mensais menores ou iguais a 15° C, que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem). Enquadram-se neste último caso as florestas da borda do Planalto Meridional, do estado do Rio Grande do Sul, uma disjunção que apresenta o estrato florestal superior predominantemente decíduo.

- Floresta ombrófila densa - Conhecida popularmente como mata atlântica, ocorre nas regiões da costa atlântica, sendo que as principais zonas conservadas se encontram na Serra Geral e Serra do Mar. Este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos - subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. Porém, sua característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos que marcam muito a “região florística florestal”. Assim, a característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25 ° C) e de alta precipitação, bem-distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação ecológica praticamente sem período biologicamente seco.

- Floresta ombrófila mista: conhecida popularmente como mata-de-araucária, esta formação ocorre nos planaltos da formação Serra Geral, estendendo-se desde o norte do estado do Paraná, até o centro do estado do Rio Grande do Sul. A área de distribuição natural é o Planalto Meridional brasileiro. Caracteriza-se pela ausência de período seco e ocorrência de longo período frio. Os elementos florísticos que se destacam nessa formação são a *Araucária angustifolia* e algumas espécies da família Lauraceae.

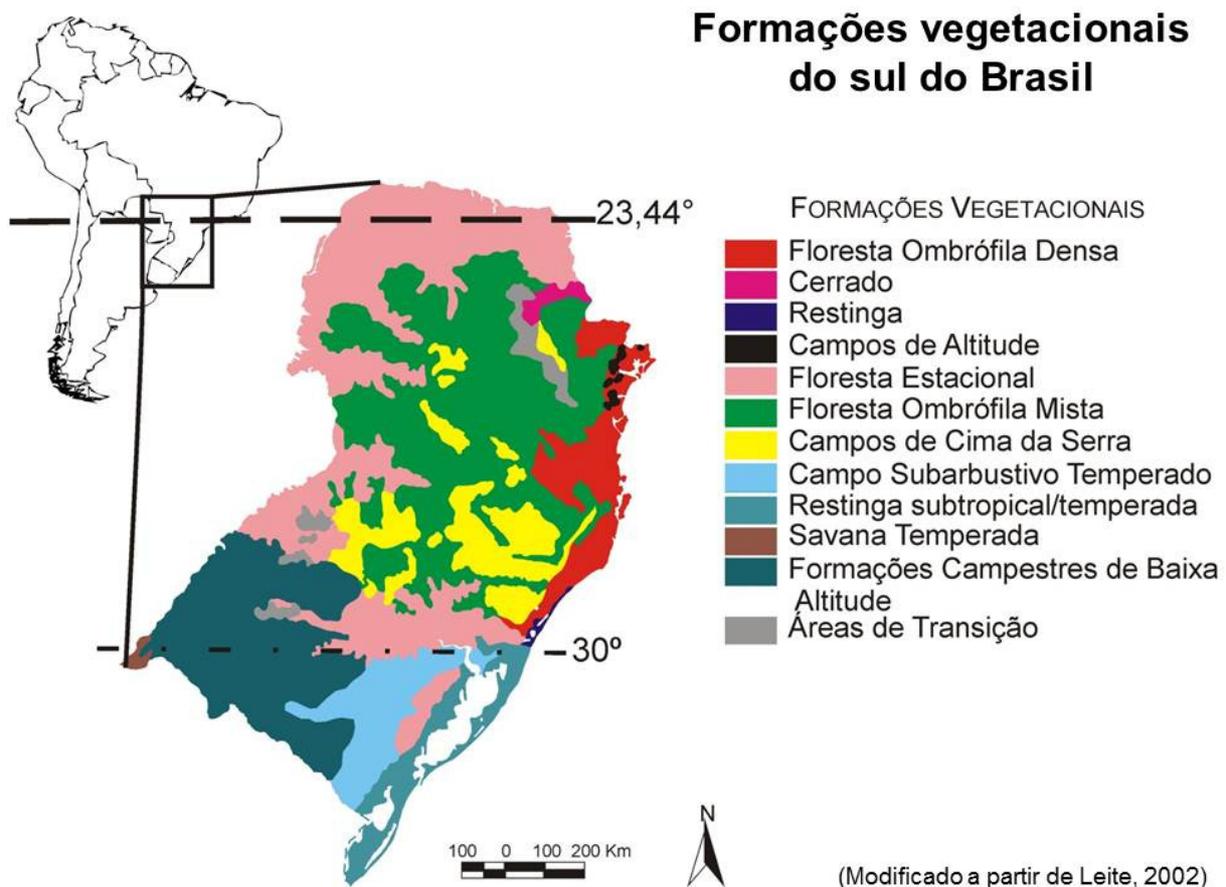


Fig. 1: Mapa da cobertura vegetal do sul do Brasil (crédito, João Iganci)

### 3.2. Coleta e preservação dos materiais

Durante as excursões de coleta (mais de 30 entre os anos de 2009 e 2010), percorreram-se diversos remanescentes de mata, grande parte dentro de Unidades de Conservação. Os basidiomas coletados foram acondicionados em envelopes de papel-jornal ou em potes plásticos, cada qual identificado com o número de coletor, data e local de coleta, assim como a identificação do substrato, cuidando-se para não misturar basidiomas de diferentes coletas no mesmo envelope. Sempre que possível, os basidiomas foram fotografados na natureza. Após a análise macromorfológica, os materiais foram secos em estufa com lâmpada incandescente, e transferidos para novo envelope de papel, identificado com os dados de herbário. Todas as coletas foram depositadas no Herbário ICN do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 3.3. Estudos morfológicos

Todos os materiais coletados foram analisados macromorfolologicamente. Alguns espécimes foram selecionados para serem analisados micromorfolologicamente, conforme Nuñez & Ryvardeen (2003). A análise macromorfológica consistiu em analisar: 1. Dimensões do basidioma; 2. Superfície do píleo segundo sua textura e coloração; 3. Superfície himenoforal segundo tamanho, forma e disposição dos poros; 4. Coloração e estrutura do contexto.

A análise micromorfológica foi realizada com base em duas metodologias distintas:

1. Cortes à mão-livre, do contexto e himenóforo, montados em solução de KOH 3% mais corante floxina, para observação e medição das diversas estruturas microscópicas constituintes do basidioma. Foram analisados os tipos de hifas, forma e largura; elementos estéreis, forma e tamanho; basídios, forma e tamanho; e basidiósporos, forma e tamanho; Cortes semelhantes dos basidiomas foram montados em reagente de Melzer (IKI), para verificação de reação dextrinóide ou amilóide de basidiósporos e/ou hifas; e também em Azul de Algodão (CB, Cotton Blue), para verificação de reação cianófila (Teixeira 1995).
2. Cortes à mão-livre, do contexto e himenóforo, tratados entre 6h e 24h à 60°C em solução de NaOH 4%, e posteriormente analisados em microscópio para observação do sistema hifal do fungo.

A análise do sistema hifal e a nomenclatura das hifas seguiram o proposto por Pegler (1996). As medidas de poros por mm e das microestruturas foram tomadas em número de no máximo 80 e de no mínimo 20. Os dados estatísticos destas medidas foram obtidos no programa Microsoft Excel®, e a abreviatura utilizada para os mesmos segue Coelho (2005):  $n=x/y$ , representando o número de estruturas medidas, sendo  $x$  o número de medidas realizadas e  $y$  o número de basidiomas utilizados;  $L$ , representando comprimento e  $W$ , a largura;  $L_m \times W_m$ , média do comprimento e média da largura;  $Q$ , sendo a razão comprimento pela largura (apresentada com os extremos);  $Q_m$ , como média do  $Q$ . A nomenclatura da forma dos basidiósporos seguiu o proposto por Stalpers (2008). As estruturas foram ilustradas com auxílio de câmara-clara acoplada ao microscópio.

Para a identificação dos espécimes coletados foi utilizada bibliografia especializada, principalmente as chaves e descrições disponíveis nos seguintes trabalhos: Gomes-Silva *et al* (2010) Ryvardeen & Johansen (1980), Gilbertson & Ryvardeen (1986, 1987) , Ryvardeen (2000).

### **3.4. Coleções examinadas**

No presente estudo foram analisadas cerca de 300 coleções. Além de todo o material coletado, foram estudados espécimes do grupo de interesse depositados nos herbários FLOR (Universidade Federal de Santa Catarina), ICN (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e PACA (Unisinos), previamente coletados na área de estudo.

### **3.5. Obtenção de cultivos**

Com a finalidade de fornecer material para a realização dos estudos moleculares, foram obtidos cultivos monospóricos e polispóricos das espécies coletadas. Para a obtenção das culturas polispóricas, os basidiomas coletados foram colocados dentro de câmara úmida, sobre lâminas esterilizadas, obtendo assim a esporada. Após, os esporos obtidos foram raspados das lâminas e transferidos para placas de Petri com meio ágar extrato de maltose (AEM). Estas placas foram colocadas então em estufa a 25°C, e após o desenvolvimento do micélio, a cultura foi repicada para tubos de ensaio com meio AEM, os quais também foram transferidos para estufa a 25°C. Após o desenvolvimento do micélio nos tubos, estes foram estocados em geladeira a 4°C. Também foram utilizados, para obtenção de culturas, seções do contexto ou himenóforo a partir de material ainda fresco, colocadas diretamente sobre a placa de Petri com meio AEM.

A obtenção de culturas monospóricas obedeceu aos mesmos procedimentos iniciais citados anteriormente, exceto na separação dos esporos. Neste caso, a lâmina contendo a esporada foi raspada e diluída em água destilada, para depois ser derramada sobre uma placa de Petri com AEM. Os micélios em desenvolvimento, cada um originado a partir de um único esporo, foram separados individualmente, com o auxílio de uma agulha de ponta fina e curva, e transferidos cada qual para um tubo de ensaio com meio AEM. Os tubos foram então incubados

em estufa a 25°C para desenvolvimento do micélio e transferidos posteriormente para geladeira a 4°C.

### 3.6. Estudos moleculares

Os estudos moleculares foram levados a cabo no Laboratório de Biologia Molecular da Micoteca da Universidade Católica de Louvain (MUCL), Bélgica.

#### 3.7.1. Extração de DNA

Foram utilizadas para os estudos moleculares, tanto amostras coletadas durante o presente trabalho, como amostras obtidas da MUCL. Para as extrações de DNA foram utilizados preferencialmente cultivos monospóricos das espécies, ou também cultivos polispóricos e em último caso porções de basidiomas secos preservados em sílica-gel. Os cultivos foram inoculados em frascos erlenmeyer contendo meio líquido de extrato de malte, e mantidos durante uma semana em um agitador, até o desenvolvimento de micélio em forma de pelotas de cultivo, as quais foram posteriormente utilizadas para a extração. O procedimento de extração seguiu o protocolo do Invisorb® Spin Plant Mini Kit para extração de DNA ([www.invitex.de](http://www.invitex.de)), o qual consiste basicamente nos seguintes passos: 1° lise das células utilizando parte do material biológico, *Lysis buffer*, e bolinhas de ruptura, agitadas durante 60s no aparelho MagnaLyser; 2° Degradação de proteínas através de tratamento com proteinase durante 40 min; 3° Degradação de RNA, através de tratamento com RNAase durante 30 min; 4° fixação do DNA em uma membrana com o auxílio de *binding buffer*; 5° Lavagem do DNA fixado em membrana com *wash buffer* a base de álcool etílico; 6° Eluição do DNA em água aquecida a 50°C. A concentração de DNA da amostra foi medida usando-se um espectrofotômetro, sendo considerada 10µm/ml a concentração ideal para a realização da amplificação.

#### 3.7.2. Amplificação

Após a obtenção de DNA purificado, parte deste foi utilizada para a amplificação das regiões de interesse. O procedimento para amplificação consistiu em basicamente adicionar ao DNA solubilizado, em quantidade exata, os reagentes necessários, tais como primers específicos, solução de nucleotídeos, enzima TaqPolimerase, *Buffer* específico e água destilada. Depois de pronta, a solução foi colocada num termociclador, onde ocorriam as reações de PCR (*polymerase chain*

*reaction*) com programas específicos de aquecimento e resfriamento para a amplificação de determinada região. As regiões amplificadas no presente estudo foram (seguidos dos primers utilizados na amplificação):

- região ITS (ITS1-5.8S-ITS2): espaçador interno transcrito; região não codificadora que, entretanto, é transcrita, possui aproximadamente 560pb. NS7- ITS4 (White *et al* 1990);

- região RPB2 (primer): região codificadora da proteína (enzima) RNA polimerase II, possui aproximadamente 780pb. bRPB2-6F – bRPB2-7.1R (Gardes and Bruns 1993);

- região TEF-1 alpha (primer): região codificadora da proteína fator de alongação 1-alpha, possui aproximadamente 1100 pb. 983F – 2218R (Matheny *et al* 2007)

Os resultados das PCRs foram verificados em gel de agarose 1% com *gel red*. Os resultados positivos foram identificados como bandas únicas e homogêneas sob luz UV. Casos de bandas duplas (amplificação de regiões indesejáveis) foram resolvidos através de purificação do produto de PCR utilizando o kit de purificação de DNA do Invisorb® DNA Purification Kit ([www.invitex.de](http://www.invitex.de)), com protocolo específico, ou através de extração direta da banda de interesse a partir do gel, utilizando GeneJET Gel Extraction Kit, com protocolo específico ([thermoscientificbio.com](http://thermoscientificbio.com)).

### . 3.7.3. Sequenciamento

O sequenciamento das regiões amplificadas foi realizado na empresa privada Macrogen Inc. (Coreia), segundo protocolo específico. Para cada região, os primers utilizados para tanto foram: ITS1 e ITS4 para ITS, bRPB2-6F e bRPB2- 7.1R para RPB2, e 2212R, 1953R, 983F e 2218R para TEF1-alpha. Após o recebimento das sequencias geradas, as mesmas foram corrigidas a olho no programa Sequencher 5.0 ([genecodes.com](http://genecodes.com)) para eliminação de porções de baixa resolução/qualidade de sequenciamento ou resolução de bases dúbias. Todas sequencias geradas foram depositadas na base de dados GeneBank. Da mesma base de dados, também foram obtidas sequencias adicionais de espécies de interesse para utilização na rodagem das árvores.

#### 3.7.4. Alinhamento

O alinhamento das sequências foi feito no programa MEGA v5.05 (Tamura *et al* 2011). primeiramente através de ferramenta de alinhamento automático MUSCLE (Edgar 2004), e posteriormente corrigidas manualmente base a base para o correto alinhamento das mesmas.

#### 3.7.5. Análises filogenéticas e Construção das árvores

Dois diferentes métodos de análise filogenética foram utilizados:

**Análise bayesiana** - A análise bayesiana foi realizada no programa BEAST v1.7.0. Para a atribuição dos valores de referência para a rodagem do programa, foi utilizado o programa jModeltest v.0.1.1 (Posada 2008). Para termos de suporte dos nós nas árvores geradas, valores de Probabilidade Posterior (PP) > 0.95 % foram considerados significantes.

**Análise cladística - Máxima Parcimônia (MP)** - A análise cladística foi realizada no programa PAUP\* 4.0b10 (Swofford 2003). Para termos de sustentação dos nós nas árvores geradas, valores de bootstrap > 70% foram considerados significantes.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados do presente estudo são apresentados na forma de artigos científicos completos, os quais serão posteriormente submetidos para publicação em periódicos especializados. Ao total, foram redigidos quatro artigos.

O primeiro artigo trata da filogenia molecular do gênero *Trametes* e demais gêneros correlatos, focando principalmente nas consequências taxonômicas dos resultados apresentados para os gêneros que fazem parte do clado trametóide principal.

O segundo artigo trata da filogenia molecular de *Hexagonia*, visando esclarecer a relação entre algumas espécies deste gênero, além de fazer algumas considerações sobre o posicionamento do gênero *Coriolopsis*.

O terceiro artigo apresenta chave de identificação e descrições das espécies de *Trametes* encontradas na região sul do Brasil.

O quarto artigo trata das espécies trametóides não pertencentes ao gênero *Trametes* encontradas na região sul; uma chave de identificação é apresentada, assim como descrições das espécies.

Os números de Mycobank, GeneBank e herbário ICN não são fornecidos em função dos dados ainda não terem sido publicados.

## Artigo I

# Molecular phylogeny of *Trametes* and some allied genera (Polyporales, Basidiomycota)

A ser submetido para o periódico *Fungal diversity*.

## **Artigo II**

### **Molecular phylogeny of the polypore genus *Hexagonia* (Polyporales, Basidiomycota)**

A ser submetido para o periódico *Mycological progress*

## Artigo III

# Trametoid polypores in southern Brazil I: The genus *Trametes*

A ser submetido para o periódico Mycotaxon

## Artigo IV

Trametoid polypores in southern Brazil II: The genus *Apoxona*, *Coriolopsis*, *Datronia*, *Earliella*, *Funalia* and *Hexagonia*.

A ser submetido para o periódico Phytotaxa

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

O presente estudo pode ser dividido em duas partes:

A primeira, relativa aos estudos de filogenia molecular de políporos trametóides, que analisou 47 espécies do grupo provenientes de várias partes do globo. Nas análises filogenéticas foram incluídas 162 espécimens, sendo que 421 novas sequências foram geradas. Como resultados destes estudos foram redigidos dois artigos científicos, nos quais são propostas seis novas combinações. Os gêneros *Corioloopsis* (ao menos a espécie tipo, *C. polyzona*), *Lenzites* e *Pycnoporus*, tradicionalmente aceitos e classificados separadamente de *Trametes*, são considerados agora na sua sinonímia, já que as análises moleculares mostram que filogeneticamente estes táxons se colocam entre as espécies de *Trametes*. Um problema a ser resolvido agora é em relação a outras espécies de *Corioloopsis* que não se incluem no clado principal de *Trametes*. Algumas delas podem ser combinadas no gênero *Funalia*, que havia caído em desuso. Outras, entretanto, necessitam que o gênero seja neotipificado, ou que sejam realocadas em algum gênero aceito. Apesar de o presente estudo ter elucidado que o gênero *Hexagonia* não corresponde na verdade a um grupo natural, mais dados são necessários para compreender o real status de gêneros como *Earliella* e *Datronia* dentro do clado poliporóide. A busca de marcadores morfológicos que delimitem melhor estes gêneros é um desafio futuro.

A segunda, relativa ao levantamento taxonômico das espécies de políporos trametóides na região sul do Brasil, suas descrições e dados de distribuição. Foram identificadas 20 espécies que foram classificadas em 6 gêneros distintos. O gênero *Trametes* foi o mais numeroso, com 13 espécies; *Corioloopsis* e *Funalia* contaram ambos com duas espécies cada. Os gêneros *Apoxona*, *Earliella* e *Hexagonia* foram representados por apenas uma espécie cada. Dois artigos científicos foram redigidos, nos quais duas novas combinações são propostas. As espécies mais comumente encontradas foram *T. sanguínea*, *T. versicolor* e *T. villosa*. Todas elas geralmente encontradas em bordas de mata, clareiras e outros ambientes alterados. As espécies mais raras foram *C. stereoides* e *T. lactinea*, encontradas sempre em ambientes melhor preservados. *Corioloopsis* sp2, uma espécie encontrada na região oeste da área de estudo (Foz do Iguaçu, por exemplo) ainda deve ser melhor

estudada e comparada com materiais de referência para a confirmar se trata-se de um novo táxon.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhtar M, Blanchette RA, Kirk TK. 1997. Fungal delignification and Biomechanical pulping of wood. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 57: 160-193.
- Alexopoulos CJ, Mims CW. 1979. *Introductory mycology*. 3. ed. New York, John Wiley, 632pp.
- Binder M, Hibbett DS, Larsson K-H, Larsson E, Langer G. 2005. The phylogenetic distribution of resupinate forms across the major clades of mushroom-forming fungi (Homobasidiomycetes). *Systematic Biodiversity* 3: 113–157.
- Coelho G. A. 2005. Brazilian new species of *Auriporia*. *Mycologia* 97: 266-270.
- Corner EJH. 1932. A Fomes with two system of hyphae. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 17: 51-81.
- Corner EJH. 1989. *Ad Polyporaceas VI*. *Beiheft Nova Hedwigia* 97: 1-197.
- Czarnecki R, Grzybek J. 1995. Antiinflammatory and vasoprotective activities of polysaccharides isolated from fruit bodies of higher fungi .1. Polysaccharides from *Trametes gibbosa* (Pers, Fr) Fr (Polyporaceae). *Phytotherapy Research* 9(2): 123-127.
- Edgar RC .2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput, *Nucleic Acids Research* 32(5), 1792-97
- Fidalgo MEPK. 1968. The genus *Hexagonia*. *Memories of the New York Botanic Garden* 17(2): 35-108.
- Fries E. 1821. *Systema mycologicum*. Vol.I.
- Fries E. 1835. *Corpus Florarum provincialium Sueciae I. Floram Scanicam*, 349 p.
- Fries E. 1838. *Epicrisis systematis mycologici*.
- Gardes M, Bruns TD. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molec. Ecol.* 2: 113–118

Gilbertson RL, Ryvarde L. 1986. North American polypores. Abortiporus – Lindtneria. Oslo, Fungiflora, v.1, 433pp.

Gilbertson RL, Ryvarde L. 1987. North American polypores. Megasporoporia – Wrightoporia. Oslo, Fungiflora, v.2, 433-885pp.

Gomes-Silva AC, Ryvarde L, Gibertoni TB. 2010. Notes on Trametes from the Brazilian Amazonia. Mycotaxon 113: 61-71.

Hibbet DS, et al. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. [www.clarku.edu/faculty/dhibbett/AFTOL/documents/Hibbett\\_et\\_al\\_AFTOL\\_class\\_2007.pdf](http://www.clarku.edu/faculty/dhibbett/AFTOL/documents/Hibbett_et_al_AFTOL_class_2007.pdf), acessado em 22 de novembro de 2008.

Hibbett DS, Binder M. 2002. Evolution of complex fruiting-body morphologies in Homobasidiomycetes. Proceedings of the Royal Society of London B 296: 1963-1969.

IBGE. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2 ed. 271pp

Islam N, Karim R, Malinem RO. 2008. Beneficial effects of fungal treatment before pulping and bleaching of Acacia mangium and Eucalyptus camaldulensis. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 32(4): 331-338.

Justo A, Hibbett DS. 2011. Phylogenetic classification of Trametes (Basidiomycota, Polyporales) based on a five-marker dataset. Taxon 60 (6): 1567-1583.

Kersten P, Cullen D. 2006. Extracellular oxidative enzymes of the lignin-degradin Basidiomycete Phanerochaete chrysosporium. Fungal genetics and Biology 44: 77-87.

Kirk PM, Cannon PF, David JC, Stalpers JA. 2008. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. 9th Edition, CABI Publishing. 655pp.

Ko KS, Jung HS. 1999. Molecular phylogeny of Trametes and related genera. Antonie van Leeuwenhoek 75: 191-199.

Korf RP. 2005. Reinventing taxonomy: a curmudgeon's view of 250 years of fungal taxonomy, the crisis in biodiversity, and the pitfalls of the phylogenetic age. Mycotaxon 93: 407-415.

Kotlaba F, Pouzar Z. 1957. On the classification of European pore fungi. *Ceska Mycol* 11:152–170

Lutzoni F, Kauff F, Cox CJ, McLaughlin D, Celio G, Dentinger B, Padamsee M, Hibbett DS, James TY, Baloch E, Grube M, Reeb V, Hofstetter V, Schoch C, Arnold AE, Miądlikowska J, Spatafora J, Johnson D, Hambleton S, Crockett M, Shoemaker R, Sung G-H, Lucking R, Lumbsch T, O'Donnell K, Binder M, Diederich P, Ertz D, Gueidan C, Hansen K, Harris RC, Hosaka K, Lim Y-W, Matheny B, Nishida H, Pfister D, Rogers J, Rossman A, Schmitt I, Sipman H, Stone J, Sugiyama J, Yahr R, Vilgalys R. 2004. Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits. *American Journal of Botany* 91: 1446–1480.

Matheny PB, Wang, Z, Binder M, Curtis JM, Lim YW, Nilsson HR, Hughes KW, Hofstetter V, Ammirati JF, Schoch C, Langer E, Langer G, McLaughlin DJ, Wilson AW, Frøslev TG, Ge ZW, Yang ZL, Baroni TJ, Fischer M, Hosaka K, Matsuura K, Seidl MT, Vauras J, Hibbett DS. 2007. Contributions of *rpb2* and *tef1* to the phylogeny of mushrooms and allies (Basidiomycota, Fungi) *Molec Phylogenet Evol* 43: 430–451

Núñez M, Ryvarden L. 2001. East Asian polypores. Oslo: *Synopsis Fungorum* 13(1): 1–168.

Oberwinkler F. 1994. Evolution of functional groups in Basidiomycetes (Fungi). In: biodiversity and Ecosystem function. Schulze ED, Mooney HA. 143-163. Berlin, Springer-Verlag.

Overholts LO. 1953. The Polyporaceae of the United States, Alaska and Canada. London, Oxford University Press, 465pp.

Patouillard N. 1900. Essai taxonomique sur les familles et les genres des Hymenomycetes. Paris, Lons-le-saunier, 184pp.

Pegler DN. 1996. Hyphal analysis of basidiomata. *Mycological Research*, Cambridge, v.100, n.2, p. 129-142.

Posada D .2008. jModelTest: Phylogenetic Model Averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25: 1253-1256.

Rambaut A, Drummond AJ. 2007. Tracer v1.4, Available from <http://beast.bio.ed.ac.uk/Tracer>

Rea C. 1922. British Basidiomycetae: A handbook to the larger British fungi. 799 pp.

Ryvarden L. 1991. Genera of Polypores: Nomenclature and taxonomy. *Synopsis Fungorum* 5: 1-363.

Ryvarden L. 2000. Studies in Neotropical Polypores 8: Poroid Fungi from Jamaica – a preliminary check list. *Mycotaxon* 76: 349-360.

Ryvarden L. 2004. Neotropical Polypores: Introduction, Ganodermataceae, & Hymenochaetaceae. Part 1. Oslo: Fungiflora. 299 pp.

Ryvarden L, Iturriaga T. 2003. Studies in Neotropical Polypores 10. New polypores from Venezuela. *Mycologia*, New York, v.95, n.2, p. 1066-1077.

Ryvarden L, Johansen I. 1980. A preliminary polypore flora of East Africa. Oslo, Fungiflora. 636pp.

Simmons MP, Pickett KM, Miya M. 2004. How meaningful are Bayesian support values? *Mol Biol Evol* 21:188–199

Swofford DL. 2003. PAUP\*: phylogenetic analysis using parsimony(\*and other methods). Version 4.0b10. Sinauer, Sunderland

Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, and Kumar S. 2011). MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.

Teixeira AR. 1995. Método para estudo das hifas do basidiocarpo de fungos poliporáceos. São Paulo, Instituto de Botânica, Manual nº6. 20pp.

Tomsovsky M. 2008. Molecular phylogeny and taxonomic position of *Trametes cervina* and description of a new genus *Trametopsis*. *Czech mycol.* 60(1): 1–11.

Tomsovsky M, Kolaric M, Pazoutava S, Homolka L. 2006. Molecular phylogeny of European *Trametes* (Basidiomycetes, Polyporales) species based on LSU and ITA (nrDNA) sequences. *Nova Hedwigiologia* 82: 269-280.

Welti S, Moreau PA, Favel A, Courtecuisse R, Haon M, Navarro D, Taussac S, Lesage-Meessen L. 2012. Molecular phylogeny of *Trametes* and related genera, and description of a new genus *Leiotrametes*. *Fungal Diversity* 55: 47-64.

White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA et al (eds) *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. Academic, San Diego, pp 315–322

Yang ZL. 2011. Molecular techniques revolutionize knowledge of basidiomycete evolution. *Fungal Diversity* 50: 47-58.

Yassin M, Wasser SP, Mahajna J. 2008. Substances from the medicinal mushroom *Daedalea gibbosa* inhibit kinase activity of native and T315I mutated Bcr-Abl. *International Journal of Oncology* 32(6):197-204.