

Thiago Kossmann Cardoso

**UMA NOVA E CRITICAMENTE AMEAÇADA ESPÉCIE
DE *TRICHAPTUM* MURRIL DOS MANGUEZAIS DE
FLORIANÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Centro de Ciências
Biológicas da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Licenciado em Ciências
Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Elisandro

Ricardo Drechsler dos Santos

Coorientador: Dr. Diogo Henrique

Costa de Rezende

Florianópolis
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cardoso, Thiago Kossmann

Manguezais de Florianópolis abrigam uma nova e criticamente ameaçada espécie de *Trichaptum* (Murril) / Thiago Kossmann Cardoso ; orientador, Elisandro Ricardo Drechsler dos Santos, coorientador, Diogo Henrique Costa de Rezende, 2019.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Micologia. 3. Sistemática. 4. *Trichaptum*. 5. Manguezais. I. Drechsler dos Santos, Elisandro Ricardo. II. Costa de Rezende, Diogo Henrique. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Thiago Kossmann Cardoso

**UMA NOVA E CRITICAMENTE AMEAÇADA ESPÉCIE
DE *TRICHAPTUM* MURRIL DOS MANGUEZAIS DE
FLORIANÓPOLIS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Licenciado em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Centro de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 13 de Dezembro de 2019.

Prof. Carlos Roberto Zanetti, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Elisandro Ricardo Drechsler dos Santos, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Maria Alice Neves, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Duane Fernandes de Souza Lima, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a meus pais, Neusa e Carlos. Pelo presente da vida, pelo incentivo ao estudo, pelo esforço dedicado à minha permanência na Universidade. Sem vocês eu não estaria aqui.

À Francieli, pela companhia nos últimos quase 4 anos, pelos bons momentos vividos, pelo apoio sempre presente e por me fazer uma pessoa melhor.

Aos professores e professoras, servidores e servidoras, alunos e todas as pessoas que constroem a UFSC, esse maravilhoso lugar de transformação.

A todo o MICOLAB, que me acolheu de braços abertos, por todo o conhecimento e risadas compartilhados. Pelas histórias de campo, pelas horas de trabalho, pelas discussões científicas.

Ao meu orientador Elisandro Ricardo, por ter sido a pessoa que me ajudou a dar os primeiros passos nessa longa jornada micológica.

A todos vocês, muito obrigado por fazerem tudo isso valer a pena.

Com razão, alguém disse: “onde estiver teu tesouro, estará também teu coração”. Nosso tesouro está onde estão as colmeias do nosso conhecimento. Estamos sempre a caminho delas, sendo por natureza criaturas aladas e coletoras do mel do espírito, tendo no coração apenas um propósito – levar algo “para casa”.

(Friedrich Nietzsche, 1887)

RESUMO

Trichapum é um gênero de fungos poliporóides de distribuição global com 36 espécies, das quais mais de um terço ocorrem na região Neotropical. Apesar disso, o gênero é pouco estudado na região. Em coletas recentes nos manguezais da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, foram coletados espécimes de *Trichapum* com morfologia peculiar, apresentando basidiomas majoritariamente ressupinados, esporos grandes (6-11µm de comprimento) e dois tipos de cystídios. Análises morfológicas e moleculares filogenéticas da região rDNA mostraram se tratar de uma nova espécie, descrita aqui como *Trichapum fissile* sp. nov. ad int. A espécie proposta também foi avaliada quanto ao seu estado de conservação, sendo proposta como criticamente ameaçada (grau CR segundo critérios IUCN). A posição taxonômica e a delimitação do gênero também são discutidas, com as análises corroborando o polifiletismo de *Trichapum*, e *Trichapum* é aqui considerado como membro de Nigrofomitaceae, juntamente com *Nigrofomes*.

Palavras-chave: Sistemática. Filogenia. Taxonomia. Nigrofomitaceae. Hymenochaetales.

ABSTRACT

Trichaptum is a genus of polypores with worldwide distribution, comprising 36 species, with more than a third of them occurring in the Neotropics. Despite that, the genus is poorly studied in the region. In recent polypores surveys in Mangrove forests from Santa Catarina Island, Florianópolis, Santa Catarina State, several specimens were collected presenting a peculiar morphology, with mostly resupinate basidiomata, large spores (6-11µm long) and two kinds of cystidia. Morphological and phylogenetic analyses from the nrITS region revealed it as a new species, described here as *Trichaptum fissile* sp.nov. ad. int. The proposed species conservation status is also assessed, and is proposed as Critically Endangered based on IUCN criteria. The genus taxonomic placement and delimitation are also discussed, with the analysis showing it as polyphyletic. *Trichaptum* is also considered as a member of Nigrofomitaceae.

Keywords: Systematics. Phylogeny. Taxonomy. Nigrofomitaceae. Hymenochaetales.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	O GÊNERO <i>TRICHAPTUM</i>	10
1.2	TAXONOMIA DE FUNGOS NA ERA MOLECULAR E SISTEMÁTICA DE <i>TRICHAPTUM</i>	11
1.3	MANGUEZAIS E A CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES FÚNGICAS	13
1.4	OBJETIVOS	14
1.4.1	Ojetivo Geral	14
1.4.2	Objetivos específicos	15
2	DESENVOLVIMENTO	15
2.1	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1.1	Coletas e Análises Morfológicas .. Error! Bookmark not defined.	
2.1.2	Extração, amplificação e sequenciamento do DNA	18
2.1.3	Alinhamento e Análises Filogenéticas.....	19
2.1.4	Avaliação do estado de conservação	23
2.2	RESULTADOS	24
2.2.1	Análises Filogenéticas	24
2.2.2	Taxonomia	27
2.2.3	Conservação.....	33
2.3	DISCUSSÃO.....	34
3	CONCLUSÃO	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 O GÊNERO *TRICHAPTUM*

Trichaptum Murril é um gênero de fungos poliporóides xilófagos com distribuição global e que abrange atualmente 36 espécies, das quais 14 ocorrem na Região Neotropical (RYVARDEN 2016, VLASÁK & VLASÁK JR. 2017, GBIF.org 2019, mycobank.org 2019). Morfológicamente, o grupo é caracterizado por apresentar basidiomas sésseis, ressupinados à pileados, com uma superfície superior tomentosa a hirsuta e colorações violáceas no himenóforo. Sob o microscópio, os esporos cilíndricos, cystídios apicalmente escrustrados e sistema hifal di- a trimítico são diagnósticos (GILBERTSON & RYVARDEN 1987, RYVARDEN 1991, GIBERTONI et al. 2011, RYVARDEN 2016, VLASÁK & VLASAK JR. 2017).

Algumas espécies do gênero, como *T. abietinum* (Pers. Ex J.F. Gmel.) Ryvarden e *T. bifforme* (Fr.) Ryvarden são tradicionalmente usadas como medicinais, principalmente na China (DAI et al. 2009), e têm mostrado potencial como anti-tumorais, antioxidantes e antiinflamatórios (BARAD et al. 2016, GEVORGYAN et al. 2017).

Apesar de abrigar mais de um terço das espécies do gênero, poucos estudos taxonômicos foram conduzidos acerca

do grupo na Região Neotropical, sendo que quase todos os estudos recentes sobre o gênero no Neotrópico foram focados na América Central e do Norte (RYVARDEN 2014, VLASAK & VLASAK JR. 2017), havendo a descrição de quatro novas espécies, mas nenhuma delas para o Brasil.

No Brasil, GIBERTONI et al. (2011) cita a ocorrência de dez espécies, das quais oito delas para a Região Norte, seis para a Região Nordeste, seis para o Centro-Oeste e cinco para o Sudeste. Da funga da Região Sul, é registrada a ocorrência de cinco espécies de *Trichaptum*, sendo apenas três delas para o estado de Santa Catarina. As espécies com ocorrência citada para o estado são *T. biforme*, *T. byssogenum* (Jungh.) Ryvardeen e *T. sector* (Ehrenb.) Kreisel. As duas primeiras possuem distribuição ampla nos trópicos (RYVARDEN 2016), e a última foi descrita por EHRENBERG (1820) a partir de materiais coletados na Ilha de Santa Catarina por von Chamisso cinco anos antes (SOBRINHO 1975), e possui distribuição Neotropical (RYVARDEN 2016).

1.1 TAXONOMIA DE FUNGOS NA ERA MOLECULAR E SISTEMÁTICA DE *TRICHAPTUM*

Com a popularização dos métodos moleculares aplicados a sistemática (filogenias moleculares) houve uma revolução na

taxonomia de Fungos, onde se viu que classificações tradicionais baseadas em caracteres morfológicos não se sustentam sob o ponto de vista evolutivo (HIBBETT 2006). Por conta disso, hoje estudos filogenéticos baseados em análises moleculares são essenciais em trabalhos taxonômicos.

Os primeiros trabalhos a abordar o gênero *Trichaptum* sob a perspectiva da biologia molecular foram ainda na década de 1990 (HIBBETT & DONOGHUE 1995, KO et al. 1997), e já mostravam que havia problemas no entendimento das relações do grupo, uma vez que as espécies analisadas ficavam mais próximas de Hymenochaetaceae Donk do que de Polyporaceae Fr. ex Corda, classificação aceita para as espécies à época. Essa relação é corroborada pela presença do septo doliporo com parentossoma imperforado, característica que hoje define a ordem Hymenochaetales, e que foi mais tarde corroborada por outros estudos (LARSSON et al. 2006, VLASAK & VLASAK JR. 2017, ZHOU et al. 2018). Apesar disso, a relação a nível de família para o gênero permanece incerta, constando como *Incertae sedis* nas bases de dados taxonômicas.

Aliado a isso, VLASAK & VLASAK JR. (2017) trazem uma filogenia que mostra espécies pertencentes a *Trichaptum* pertencendo a pelo menos dois clados distintos, se apresentando como um agrupamento não natural.

1.2 MANGUEZAIS E A CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES FÚNGICAS

Os manguezais são um ecossistema muito peculiar, sendo o único ambiente florestal a ocupar a interface entre terra e mar, e possuem um papel ecológico muito importante, atuando como berçário e lar de uma grande diversidade de animais, e como depósito de sedimentos e carbono (ALONGI 2002). Com cerca de 70 espécies arbóreas e arbustivas mundialmente, os manguezais possuem uma diversidade vegetal baixa se comparados a outros tipos florestais tropicais. Porém, levantamentos da diversidade fúngica, ainda que escassos, descrevem uma grande diversidade de espécies, HYDE (1990) *apud* MACINTOSH & ASHTON (2002) cita a ocorrência de 120 espécies de fungos aquáticos, enquanto BALTAZAR et al. (2009) e TRIERVEILER-PEREIRA et al. (2009), em levantamentos de fungos xilófagos, citam a ocorrência de 127 espécies a nível mundial.

Nas últimas décadas, mais de um terço dos manguezais do mundo foram perdidos, sendo que em alguns países esse índice chega a 80%, sendo a principal causa de degradação, a ocupação humana (ALONGI 2002, MACINTOSH & ASHTON 2002, TRIERVEILER-PEREIRA et al. 2009,

FERREIRA & LACERDA 2016). Os manguezais da Ilha de Santa Catarina não são exceção, com algumas florestas já tendo perdido boa parte da área original, como é o caso do Manguezal do Itacorubi (SOVERNIGO 2009). Isso faz com que esforços para documentar a diversidade desses ambientes, bem como avaliar o estado de conservação das espécies ali ocorrentes sejam essenciais para a manutenção desses ambientes, uma vez que podem servir como forma de conscientização acerca da importância e fragilidade desse ecossistema.

Em expedições a campo nos manguezais de Florianópolis, foram encontrados basidiomas de uma espécie pertencente ao gênero *Trichaptum*, mas que em análises preliminares pareciam não pertencer à nenhuma espécie descrita (GIBERTONI et al. 2011, RYVARDEN 2016). Com isso, esse trabalho visa descrever essa nova espécie, com base em análises morfológicas e filogenéticas moleculares e avaliar o estado de conservação dessa espécie, bem como discutir aspectos taxômicos acerca da delimitação do gênero.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Ojetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi estudar os espécimes coletados e identificados como uma possível nova espécie de *Trichaptum*, bem como materiais de herbário, de forma a esclarecer suas relações filogenéticas e fornecer o devido tratamento taxonômico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Revisar os materiais coletados, bem como os espécimes de herbário;
- Descrever macro e micromorfológicamente os materiais analisados;
- Realizar a extração do DNA total, amplificação e purificação da região nrITS para obtenção de sequências;
- Realizar análises filogenéticas moleculares utilizando as sequências geradas e disponíveis nas bases de dados;
- Avaliar o estado de conservação da espécie.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em 2018, no Manguezal do Itacorubi, em Florianópolis, Santa Catarina. Os basidiomas

foram fotografados em campo, retirados do substrato e levados ao Laboratório de Micologia (MICOLAB) do Departamento de Botânica da UFSC. Foram realizadas anotações em campo quanto ao hospedeiro, substrato e localidade.

Os materiais coletados foram desidratados durante 24 a 48h em estufa em temperaturas entre 35° e 40°, e armazenados em sacos Zip Lock. Secções dos basidiomas coletados foram separadas e armazenados em papel manteiga, em potes contendo sílica-gel para desidratação sem danos ao DNA, para posterior extração.

Os basidiomas foram analisados macromorfológicamente quanto às características (cor, textura, tamanho, forma) das diferentes regiões (superfície do píleo, contexto, tubos, superfície do himenóforo, margem). O número de poros por milímetro foi obtido utilizando um estereomicroscópio Leica EZ4. As cores foram anotadas a partir de materiais desidratados seguindo o código de cores de WATLING (1969).

Para as análises microscópicas foram realizados cortes à mão livre, utilizando lâminas de corte, das diferentes regiões do basidioma (tubos e contexto) segundo TEIXEIRA (1995), e montados em lâminas de microscopia sob lâmínula, utilizando KOH 3% com Floxina 1% para observação e medição das estruturas, Reagente de Melzer para observação de presença ou ausência de reação dextrinóide ou amilóide, e Azul de Algodão

para observação da presença ou ausência de reação cianofílica. Para determinação dos tipos hifais (sistema hifal), também foram separadas secções dos tubos e contexto em solução de NaOH 5% por 24 horas a temperatura ambiente. Após esse período, os pedaços foram colocados sobre uma lâmina e as hifas foram cuidadosamente separadas utilizando agulhas com auxílio de um estereomicroscópio. As lâminas foram então montadas com KOH 3% e Congo Red, para corar as paredes celulares.

Das estruturas microscópicas foram observados tipos hifais, basídios, cistídios e basidióporos, principalmente quanto ao tamanho, forma, espessura e espessura de parede, bem como ornamentação e/ou incrustação, e reações ao reagente de Melzer. Todas as estruturas microscópicas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico, no aumento de 1000x, com escala ocular micrométrica. As mensurações foram realizadas utilizando o software ImageJ (SCHNEIDER et al. 2012), a partir das fotografias obtidas. Para cada estrutura, foram medidas 40 amostras (n=40). Os valores foram tabulados em planilha do Microsoft Excel, e foram calculadas a média e o desvio padrão dos valores ($\Delta s = 5\%$). Também foi calculada a razão entre comprimento e largura dos basidióporos (coeficiente de (\bar{Q})), para determinação do formato, seguindo a terminologia de TULLOSS (2019).

Para comparação morfológica, foram analisados espécimes coletados, bem como materiais depositados nos herbários FLOR e FURB (Thiers 2019), representando diferentes espécies do gênero *Trichaptum*.

2.1.1. Extração, amplificação e sequenciamento do DNA

Os pedaços dos basidiomas desidratados em sílica-gel foram pesados utilizando balança de precisão, separando-se cerca de 70 a 80mg do material desidratado para os procedimentos de extração do DNA.

O DNA total foi extraído segundo o protocolo de DOYLE & DOYLE (1987) modificado por GÓES-NETO et al. (2005). Foi amplificada a região nrITS utilizando os primers ITS8-F e ITS6-R (Dentinger et al. 2010) Os produtos de amplificação foram conferidos pela presença de bandas em gel de agarose utilizando a técnica de eletroforese, com os reagentes *Blue juice* e *GelRed*. As amostras com sucesso no processo de amplificação foram então purificadas utilizando polietilenoglicol (PEG). Os produtos de purificação foram então conferidos através do processo de eletroforese, e foi obtida uma fotografia das bandas resultantes para quantificação do DNA, relativo ao *ladder*, utilizando o software ImageJ. O sequenciamento Sanger das amostras foi feito com BigDye

Terminator v. 3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, California, USA), segundo instruções do fabricante, na empresa Myleus Biotecnologia, Belo Horizonte (MG).

2.1.2. Alinhamento e Análises Filogenéticas

Os cromatogramas resultantes do sequenciamento e suas respectivas sequências foram manualmente inspecionados e editados utilizando o Geneious v4.8.5 (<https://www.geneious.com>). Um total de 38 sequências de nrITS disponíveis no GenBank® foram incluídas na análise, incluindo 30 sequências de *Trichaptum*, quatro de *Nigrofores* Murril e duas de *Neoantrodia* Y.C Dai, B.K. Cui, Jia J. Chen & H.S. Yuan, gêneros mais próximamente relacionados a *Trichaptum*, bem como duas sequências de Hymenochaetaceae Donk designadas como *outgroup* (*Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát e *Tropicoporus drechsleri* Salvador-Montoya & Popoff). A lista de sequências e seus números de acesso estão disponíveis na Tabela 1.

A matriz incluindo as sequências geradas, bem como as disponíveis no GenBank foram alinhadas utilizando o MAFFT v. 7 (KATO & STANDLEY 2013), sob o critério G-INS-i. Os alinhamentos resultantes foram então manualmente inspecionados utilizando o MEGA v. 6 (TAMURA et al.

2013). O conjunto de dados da região nrITS foi então particionado, de acordo com as regiões ITS1, 5.8S e ITS2, respectivamente. Os modelos evolutivos mais adequados para cada partição foram selecionados por AIC (Critério de Informação de Akaike) utilizando o jModelTest2 v1.6 (GUINDON & GASCUEL 2003, DARRIBA et al. 2012).

Para a reconstrução filogenética, foram feitas análises de Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB), nos softwares RAxML v.8.2.12 (STAMATAKIS 2014) e MrBayes v3.2.6 (RONQUIST & HUELSENBECK 2003), respectivamente. Para a análise de MV, foi usada a matriz completa das três regiões do ITS, e informado ao programa as posições de início de cada região. A análise envolveu 100 buscas iniciais, cada uma começando de uma árvore de parcimônia de adição passo a passo aleatória, sob o modelo GTRGAMMA, sendo todos os outros parâmetros estimados pelo *software*. Para avaliar a confiança dos nós, foram computadas réplicas de *bootstrapping* multi-paramétrico no mesmo modelo, permitindo que o programa cessasse o *bootstrapping* automaticamente através da opção autoMRE.

Para a análise de IB, foi informado ao *software* os modelos evolutivos de cada região, estimados pelo jModelTest. A análise foi realizada com duas corridas independentes, cada uma começando de árvores aleatórias com quatro cadeias

simultâneas, realizando 10.000.000 de replicações, amostrando uma a cada mil gerações. Os primeiros 25% de árvores amostradas foram descartadas como *burn-in*, enquanto as restantes foram usadas para reconstruir uma árvore consenso (50% *majority-rule*) e calcular a probabilidade Bayesiana posterior (PBP) dos clados. Um nó foi considerado bem suportado se apresentou valores de *bootstrap* (VB) $\geq 70\%$ e/ou $PBP \geq 0.95$.

As topologias das árvores resultantes das análises de MV e IB foram conferidas visualmente em busca de incongruências, sendo considerados incongruentes os clados com configuração diferente e bem suportados em ambas as análises. A topologia de MV foi escolhida e os valores de *bootstrap* (VB) e PBP são informados sobre os nós. As árvores foram inicialmente inspecionadas e editadas utilizando o programa FigTree® v.1.4.4 e posteriormente editadas graficamente no software InkScape®.

Os programas jModelTest, RAxML e MrBayes estão disponíveis *online* na plataforma CIPRES (MILLER et al., 2011).

Tabela 1 – Lista de táxons, vouchers e números de acesso das sequências utilizadas.

Espécie	Voucher	Origem	Número de acesso GenBank®
---------	---------	--------	------------------------------

<i>Inonotus obliquus</i> *	H51	China	MK873442
<i>Neotrodiella gypsea</i>	Yuan 5589	Desconhecida	KT203292
<i>Ne. Thujae</i>	Dai 5065	Desconhecida	KT203293
<i>Nigrofomes melanoporus</i>	JV 1607/82	Costa Rica	MF381027
<i>N. melanoporus</i>	JV 1704/39	Costa Rica	MF381028
<i>N. sinomelanoporus</i>	Dai 16286	China	MF629839
<i>N. sinomelanoporus</i>	BJFC 020373	China	NR158856
<i>Trichaptum abietinum</i>	Dollinger-640	EUA	MF381022
<i>T. abietinum</i>	JV 0907/9	República Tcheca	MF381023
<i>T. abietinum</i>	JV 1105/7-J	EUA	MF381024
<i>T. agricola</i>	JV 1407/97	Costa Rica	MF380993
<i>T. agricola</i>	PRM:945505	Costa Rica	MF380995
<i>T. byssogenum</i>	JV 0904/94	EUA	MF381012
<i>T. byssogenum</i>	JV 1112/5-J	Porto Rico	MF381013
<i>T. byssogenum</i>	JV 1704/82	Costa Rica	MF381014
<i>T. byssogenum</i>	JV 0411/9	Tailândia	MF381015
<i>T. confertum</i>	JV/ 1504/32	Costa Rica	MF380990
<i>T. confertum</i>	JV 1504/101	Costa Rica	MF380992
<i>T. confertum</i>	PRM:945506	Costa Rica	MF380999
<i>T. fissile</i> (H)	MTK09	Brasil	MK973089
<i>T. fissile</i>	MTK13	Brasil	MK973088
<i>T. fumosoavellaneum</i>	JV 1607/79-J	Costa Rica	MF381021
<i>T. fuscoviolaceum</i>	JV 1610/3	Coréia do Sul	MF381026
<i>T. griseofuscum</i>	JV 0904/66-J	EUA	MF381009
<i>T. perrottetii</i>	JV 1012/2-J	EUA	MF381011

<i>T. resacarium</i>	JV 1109/57	EUA	MF381017
<i>T. resacarium</i>	JV 1109/56	EUA	MF381019
<i>T. sector</i>	RP 63	Brasil	KP859296
<i>T. sector</i>	RP 67	Brasil	KP859297
<i>T. sector</i>	JV 1006/14-J	Costa Rica	MF380997
<i>T. sector</i>	Dollinger-897	EUA	MF380998
<i>T. sector</i>	Dollinger-767	EUA	MF380999
<i>T. sector</i>	JV 1408/8	Costa Rica	MF381000
<i>T. sector</i>	JV 1504/61	Costa Rica	MF381002
<i>T. sector</i>	JV 1704/50	Costa Rica	MF381004
<i>T. sector</i>	JV 1704/84	Costa Rica	MF381005
<i>T. sector</i>	JV 1704/100	Costa Rica	MF381007
<i>Trichaptum</i> sp.	JV 1109/56	Costa Rica	MF380996
<i>T. subchartaceum</i>	JV0509/146	EUA	MF381010
<i>Tropicoporus drechsleri</i> *	CTES_570140	Argentina	NR160489

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota:* = outgroup; (H) = holótipo.

2.1.3 Avaliação do estado de conservação

O estado de conservação foi avaliado conforme os critérios da IUCN aplicados às espécies fúngicas, de acordo com DAHLBERG & MUELLER (2010). A Extensão de Ocorrência (*Extent of Occurrence* – EOO) e a Área de Ocupação (*Area of Occupancy* – AOO) foram calculados utilizando o GeoCAT (<http://geocat.kew.org>). Os pontos foram alocados no mapa de acordo com as coordenadas de coleta,

quando não disponíveis, foi usada uma localização aproximada dentro da área de coleta.

2.2 RESULTADOS

2.2.1 Análises Filogenéticas

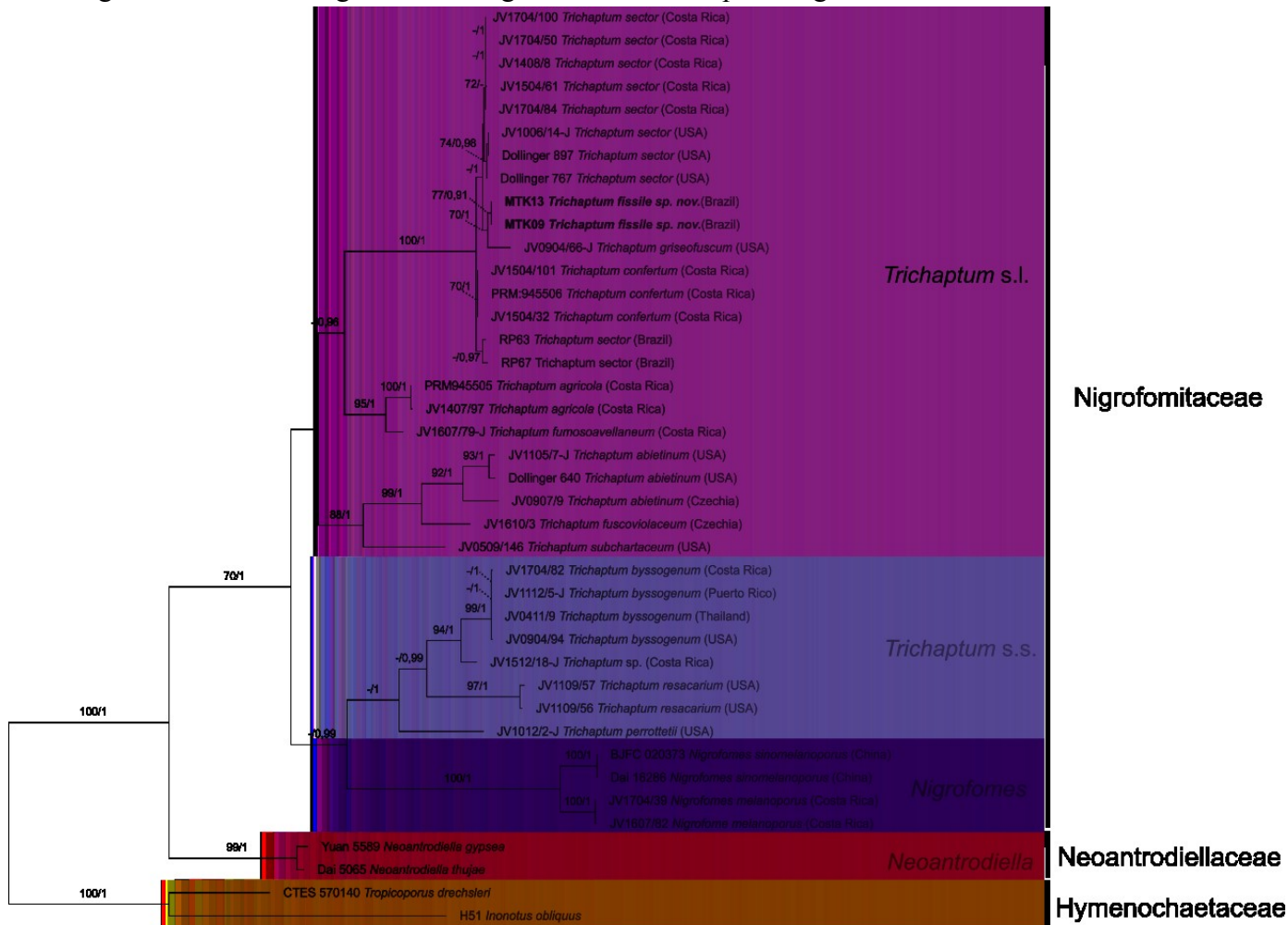
Para este trabalho, foram geradas duas novas sequências da região ITS, ambas da nova espécie, que foram então depositadas no GenBank (Tabela 1).

A matriz com as 40 sequências resultou num alinhamento de 1295 caracteres, com 497 caracteres variáveis e 326 parcimônia-informativos. Os modelos evolutivos selecionados foram GTR+I+G para a região ITS1, K80 para a região 5.8S e TrN+G para a região ITS2.

As topologias das análises de Máxima Verossimilhança e Inferência Bayesiana foram idênticas. A árvore com os maiores valores de *bootstrap* é apresentada com os valores de suporte de ambas as análises (Figura 1).

A filogenia mostra espécies atualmente classificadas em *Trichaptum* pertencendo a pelo menos dois diferentes clados. Um deles (1.0 PBP), contendo a espécie tipo do gênero, *T. perrottetii* (Lév.) Ryvardeen, assim como *T. byssogenum* (Jungh.) Ryvardeen, *T. resacarium* Vlasák & Vlasák Jr. e um espécime não identificado. Esse clado foi recuperado como

irmão (0.99 PBP) de *Nigrofomes* Murrill, contendo *N. melanoporus* (Mont.) Murrill e *N. sinomelanoporus* L.W. Zhou. O outro clado, *Trichaptum sensu lato* não apresentou bom suporte estatístico em ambas as análises. Esse clado abrange 10 espécies filogenéticas, entre elas, a nova espécie, proximamente relacionada à *T. griseofuscum* (Mont.) Ryvardeen & Iturr. e *T. sector* (1.0 PBP). Também foi resgatado o clado (1.0 PBP) com duas espécies de *Neoantrodiaella*, representando Neoantrodiaellaceae Y.C Dai, B.K. Cui, Jia J. Chen, H.S. Yuan, externamente ao clado (1.0 PBP) contendo *Trichaptum s.s.*, *Nigrofomes* e *Trichaptum s.l.*



Notas: Os valores de suporte de MV e PBP acima de 70% e 0,95, respectivamente, são mostrados sobre os nós. Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.2 Taxonomia

Trichaptum fissile Kossmann & Drechsler-Santos sp. nov
(Figura 2

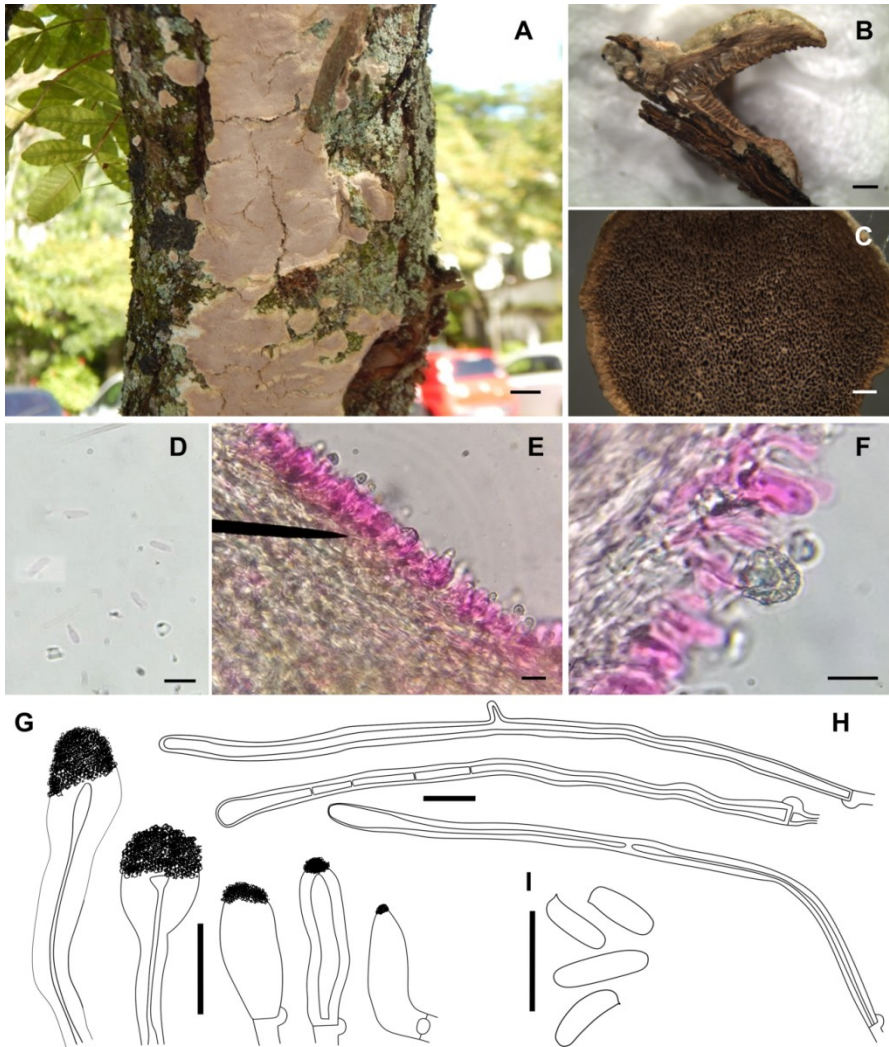
Diagnose:— Basidiomas ressupinados, efuso-reflexos a pileados, anuais a bianuais, resupinados até 30cm de comprimento, (3–)4–8(–9) poros/mm, himenóforo rachando-se com o tempo, dois tipos de cystídios e esporos cilíndricos, medindo (6–)6,4–10(–11) × (2–)2,3–3,2(3,5) μm.

Diagnosis:—Basidiomata resupinate to effused-reflexed, annual to biannual, resupinate up to 30cm in length, (3–)4–8(–9) pores/mm, hymenophore cracking, two kinds of cystidia and spores cylindrical measuring (6–)6,4–10(–11) × (2–)2,3–3,2(3,5) μm.

Etimologia:—*fissile* (Lat.): algo que se parte/racha, referente ao himenóforo que quando em estado de maturidade mais avançada apresenta fissuras, como sendo característica da espécie.

Holótipo:—BRASIL. Santa Catarina: Florianópolis, Ilha de Santa Catarina, UFSC – Campus CCA, em tronco vivo de *Schinus terebinthifolius*, 27°34'56,5'' S, 48°30'19,9'' O, 8 de março de 2018, Kossmann, T. 99, (Holótipo FLOR67488). Número de acesso GenBank MK973089.

Figura 2 – *T. fissile*: Aspectos macro e micromorfológicos



Legenda: A - Basidioma *in situ* crescendo em *Schinus terebinthifolius* (FLOR67488 – Holótipo); B - Seção de um basidioma (FLOR67490 – Parátipo); C – Himenóforo; D – Basidiósporos; E – Himênio; F -. Detalhe do himênio mostrando um cystídio; G – Cistídios; H - Hifas esqueléticas; I – Basidiósporo; Barras: A = 10mm; B, C = 1mm; D, E, F, G, H, I = 10µm. Fonte: Elaborada pelo autor.

Descrição:— Basidiomas anuais a bianuais, ressupinados, efuso-reflexos a pileados, até 30cm de comprimento, 100mm de largura e 6mm de espessura, geralmente mais finos (2mm), raramente pileado, até 16mm de comprimento, 26mm de largura e 4.5mm de espessura. Superfície do píleo velutínea, branca (2) a creme (4), com zonações concêntricas glabras e pretas violáceas (38) com a maturidade avançada do basidioma. Superfície dos poros de coloração areia vinácea (31) a marrom charuto (31), com fissuras profundas, alguns casos com contexto exposto; himenóforo poroide, (3–)4–8(–9) poros/mm, (81–)98.3–343.4(–353) μm de largura; dissepimentos finos, inteiros a lacerados (30–)40–89(–97) μm de espessura, poros lacerados em substratos verticais. Margem estéril (0.1–)0.1–2.025(–3.5)mm de largura, algodoadada, fibrosa, afinando, branca (2) a creme (4), areia (52) a areia-argila (32) nas partes pileadas, até 0.5mm de largura. Contexto fibroso, creme (4) a sépia (26), tomento algodoadado, mais claro, até 0.75mm de espessura.

Sistema hifal dimítico; hifas generativas hialinas, de parede fina a ligeiramente espessada, 2.0–3.5 μm de espessura, pouco ramificadas, fibuladas; hifas esqueléticas dominantes, retas ou ligeiramente tortuosas, ramificações curtas infrequentes, 4–7 μm de espessura, partes infladas até 9 μm , de parede moderadamente espessada a quase sólidas, com ápices

arredondados, algumas com septos simples secundários. *Himênio*: *cistídios* hialinos, de dois tipos; *cistídios* de parede fina a moderadamente espessada, clavados a fusoides, $15\text{--}20 \times 5\text{--}6\mu\text{m}$, projetando-se até $12 \mu\text{m}$, ápice mamilado ou arredondado, incrustado; *esqueletocistídios* de parede grossa a quase sólidos, capitados-bulbosos a clavados, $7\text{--}12\mu\text{m}$ de largura, ápice arredondado a obtuso com uma massa de cristais, não projetando-se, comumente com lúmen triangular na parte capitada. *Basídios* clavados, tetrasterigmados, dificilmente observados, não medidos. *Basidiosporos* cilíndricos $(6\text{--})6,4\text{--}10(-11) \times (2\text{--})2,3\text{--}3,2(3,5)\mu\text{m}$, $X = 7.7 \times 2.7$ ($Q = 2.2\text{--}3.4\text{--}(3,8)$, $X(\bar{Q}) = 2.8$), hialinos, lisos, de parede fina, IKI-

Habitat e distribuição:— Conhecido apenas para a Ilha de Santa Catarina, onde ocorre nos manguezais e nas redondezas de manguezais, encontrado em galhos e troncos vivos e mortos de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn., *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke e *Schinus terebinthifolius* Raddi. Aparentemente, não ocorre em hospedeiros que não estejam próximos de manguezais.

Espécimes analisados (parátipos):— BRASIL. Santa Catarina: Florianópolis, UCAD, sobre madeira morta, 16 de dezembro de 1997, Cruz, Fernandes & Gonçalves 1159

(FLOR11845); *ibidem*, 25 de abril de 2017, *Bittencourt, F.* 905 (FLOR63678); *ibidem*, Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, Sobre *Avicennia schaueriana* morta, 01 de junho de 2005, *Trierveiler-Pereira* 13 (FLOR32072, como *T. biforme*); *ibidem*, Sobre madeira morta, *idem*, *Trierveiler-Pereira* 17 (FLOR32071, como *T. byssogenum*); *ibidem*, Sobre *Avicennia schaueriana* morta, 26 de outubro de 2005, *Trierveiler-Pereira & Marcon-Baltazar* 68 (FLOR32076, como *T. biforme*); *ibidem*, Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, em galhos vivos e mortos de *Schinus terebinthifolius*, 27°34'40.2"S 48°31'15.2"W, 31 de agosto de 2018, *Kossmann, T.* 145 (FLOR67489); *ibidem, idem, Kossmann, T.* 147 (FLOR67490); *ibidem*, Manguezal do Ratoões, Sobre *Avicennia schaueriana* morta, 31 de outubro de 2005, *Marcon-Baltazar & Trierveiler-Pereira* 25 (FLOR32174, como *T. byssogenum*); *ibidem*, Sobre madeira não identificada, 29 de novembro de 2005, *Marcon-Baltazar & Trierveiler-Pereira* 51 (FLOR32176, como *T. byssogenum*); *ibidem*, Sobre *Laguncularia racemosa* morta, *idem, Marcon-Baltazar & Trierveiler-Pereira* 54 (FLOR32177, como *T. byssogenum*); *ibidem*, Manguezal do Saco Grande, Sobre *Laguncularia racemosa*, 28 de maio de 2006, *Marcon-Baltazar & Trierveiler-Pereira* 200 (FLOR32181, como *T. byssogenum*); *ibidem*, Manguezal do Rio Tavares, Sobre *Avicennia schaueriana* morta, 31 de março

de 2006, *Trieveiler-Pereira & Marcon-Baltazar* 203 (FLOR32086, como *T. biforme*); *ibidem*, Sobre *Laguncularia racemosa* morta, 31 de junho de 2006, *Trieveiler-Pereira* 242 (FLOR32094, como *T. biforme*); *ibidem*, Sobre *Avicennia schaueriana* morta, 5 de agosto de 2006, *Trierveiler-Pereira, Maccarini & Assis* 317 (FLOR32103, como *T. biforme*).

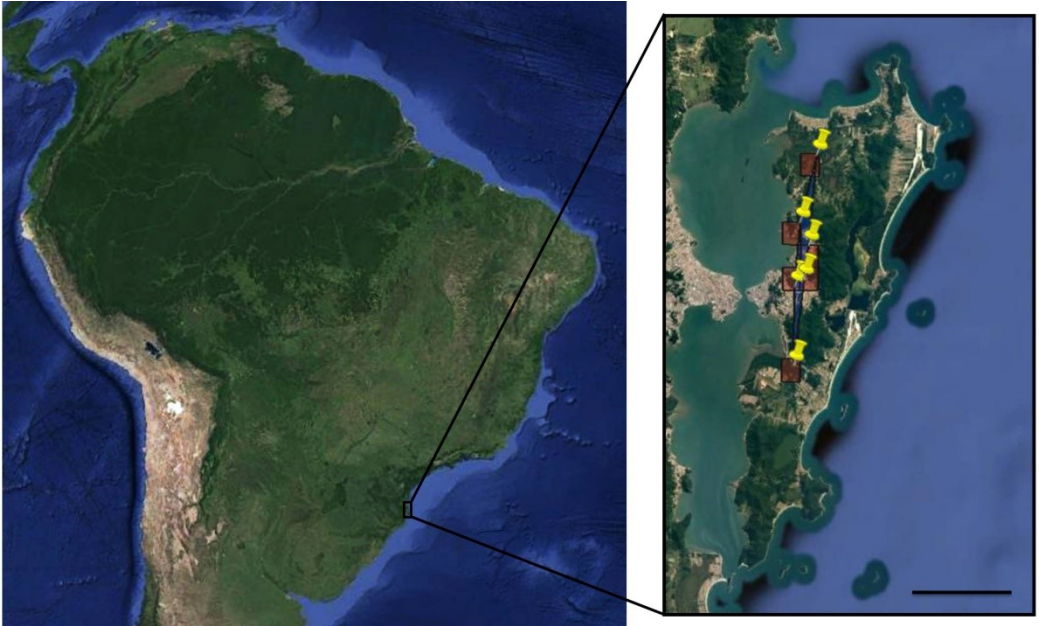
Espécimes adicionais analisados: — *Nigrofomes melanoporus*. BRASIL. Santa Catarina: Itapoá, Reserva Particular do Patrimônio Natural Volta Velha, 29 de fevereiro de 2012, *Drechsler-Santos, E.R.* 796; Bahia: Uruçuca, Parque Estadual do Condurú, 29 de novembro de 2012, *Drechsler-Santos, E.R.* 891. *Trichaptum griseofuscum*. BRASIL. Bahia: Utinga, 1971, *H.S. Irwin* s.n. (ALCB30436, como *Irpex* sp.); *ibidem*, Paraíba, João Pessoa, Jardim Botânico, 9 de agosto de 2010, *Neves, M.A.* 562 (FLOR48817); *ibidem, idem, Neves, M.A.* 563 (FLOR48861). *Trichaptum perrottetii*. BRASIL. Mato Grosso: Nova Ubiratã, Estação Ecológica do Rio Ronuro, 22 de fevereiro de 2017, *Drechsler-Santos, E.R.* 1890; *ibidem*, 23 de fevereiro de 2017, *Drechsler-Santos, E.R.* 1934. *Trichaptum sector*. BRASIL. Santa Catarina: Blumenau, Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, 13 de maio de 2015, *Bittencourt, F.* 429 (FURB 47438); *ibidem, idem, Bittencourt, F.* 430 (FURB 47439); Itapoá, Reserva Particular do Patrimônio Natural Volta Velha, 7 de março de 2013,

Drechsler-Santos E.R. 1009; Florianópolis, Ilha de Santa Catarina, Trilha da Lagoinha do Leste, 9 de outubro de 2010, *Neves, M.A & Smith, N.P* 627 (FLOR 49828); São Francisco de Assis, Parque Estadual do Acaraí, 7 de agosto de 2014, *Drechsler-Santos, E.R.* 1383.

2.2.3 Conservação

A espécie foi avaliada como Criticamente Ameaçada (CR) B1(iii) (DAHLBER & MUELLER 2011), pois possui uma Extensão de Ocorrência de apenas aproximadamente 12,85km² e é conhecida apenas para os manguezais da Ilha de Santa Catarina, áreas frágeis que historicamente vêm sofrendo forte antropização (SOVERNIGO 2009, FERREIRA & LACERDA 2016). Os pontos de ocorrência e a distribuição conhecida da espécie podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3 – Mapa dos pontos de ocorrência da espécie



Notas: Pontos: Áreas de coleta de *T. fissile*. Barra: 20km. Fonte: Google Earth/Modificado pelo Autor.

2.3 DISCUSSÃO

As análises mostraram que a espécie morfológicamente identificada como nova, se trata de fato de uma espécie filogenética (Fig.1). A nova espécie apresenta características distintas, como a presença de basidiomas grandes e majoritariamente ressupinados e esporos grandes (até $11\mu\text{m}$), incomuns para o gênero. Apenas uma outra espécie de *Trichaptum* apresenta esporos de tamanho comparável, *T. subchartaceum* (Murril) Ryvardeen, espécie norte-americana que difere por apresentar basidiomas pileados, espessos e com

poros maiores (3-4/mm) (GILBERTSON & RYVARDEN 1987). A presença de dois tipos de cistídios também é uma característica que até então havia sido observada apenas em *T. bulbocystidiatum* Ryvardeen, espécie conhecida apenas para a localidade do tipo, na Costa Rica, e que apresenta poros maiores (2-3(4)/mm) (RYVARDEN 2014).

Trichaptum fissile, nas análises filogenéticas (Fig.1) foi recuperado como próximamente relacionado a *T. griseofuscum*, espécie que ocorre na região Norte-Nordeste do Brasil (GIBERTONI et al. 2011) e que também apresenta basidiomas ressupinados. Porém, a espécie é facilmente distinguível de *T. fissile* por apresentar colorações mais amarronzadas e ter um himenóforo composto majoritariamente por poros lacerados formando dentes achatados. Microscopicamente, *T. griseofuscum* apresenta esporos menores e hifas esqueléticas escuras (GIBERTONI et al. 2011). Em materiais de *T. griseofuscum* analisados (ALCB30436, FLOR48817, FLOR48861), encontramos o mesmo tipo de esquetocistídio de *T. fissile* e *T. bulbocystidiatum*, o que não foi citado em descrições anteriores da espécie (RYVARDEN & ITURRIAGA 2003, GIBERTONI et al. 2011), apesar de haver cistídios similares em uma ilustração da espécie no trabalho de GIBERTONI et al. (2011).

Outra espécie proximamente relacionada a *T. fissile* é *T. sector*, também descrita a partir de materiais coletados na Ilha de Santa Catarina, em 1820 (EHRENBERG em ESENBECK 1820). *Trichaptum sector* difere por apresentar basidiomas majoritariamente dimidiados a flabeliformes (raramente efuso-reflexos), finos e de coloração acizentada a negra e esporos menores ($6-7 \times 2-2.5\mu\text{m}$) (RYVARDEN 2016).

Alguns dos espécimes citados como parátipos foram encontrados na coleção do herbário FLOR e estavam identificados como *T. biforme* e *T. byssogenum*, ambas espécies com ampla distribuição na região Neotropical, mas que apresentam diferenças morfológicas significativas em relação a *T. fissile*. *Trichaptum biforme* é uma espécie principalmente pileada, que forma agregados de píleos dimidiados a flabeliformes, e que apresenta tons vináceos característicos em basidiomas frescos (RYVARDEN 2016). *Trichaptum byssogenum*, por outro lado, é uma espécie que apresenta basidiomas ressupinados a pileados, mas que apresenta poros grandes (1-2/mm) e um tomento estrigoso, de até 10mm de espessura (RYVARDEN 2016). Além disso, ambas as espécies apresentam esporos menores, de até $8\mu\text{m}$ (RYVARDEN 2016), e não há registro na literatura da presença de dois tipos de cistídios para nenhuma delas. A

Tabela 2 traz uma comparação com espécies morfológicamente similares ou filogeneticamente relacionadas.

Até o presente, todos os espécimes de *T. fissile* foram encontrados em áreas antropizadas, como os manguezais urbanos de áreas de conservação de Florianópolis e na UCAD (Unidade de Conservação Ambiental Desterro), uma área de floresta secundária em regeneração, próxima de manguezais e áreas urbanizadas. A espécie já é descrita como em perigo crítico de extinção, devido à pequena área de ocorrência e a fragilidade dos ecossistemas em que ocorre, que vêm sofrendo com a especulação imobiliária e a poluição (MATER et al. 2004). Análises futuras, com modelagem de nicho (WOLLAN et al. 2008) e verificação de potenciais pontos de ocorrência podem testar se a espécie é de fato endêmica da localidade tipo ou se possui uma distribuição mais ampla (GUISAN & ZIMMERMANN 2000). O fato de uma nova espécie ser descrita para esse tipo de ambiente ressalta a importância desse tipo de áreas protegidas para a preservação das espécies, como já demonstrado por BITTENCOURT et al. (2018) e o pouco conhecimento acerca da diversidade de Fungos, mesmo em áreas bem amostradas, como a Ilha de Santa Catarina, que compreende mais de 20% das coletas de Fungos realizadas no estado de Santa Catarina (www.splink.org.br 2019), apesar de ocupar uma área de apenas 0,71% do território do mesmo.

Tabela 2 – Comparação entre espécie próximamente relacionadas e morfológicamente similares a *T. fissile*

Espécie	Hábito	Poros/mm	Tamanho dos Basidiósporos	Superfície dos poros	Distribuição	Referência
<i>Trichaptum fissile</i> sp. nov.	Majoritariamente ressupinado a efuso-reflexo	(3–)4–8(–9)	6–11 × 2–3.5	Areia-vináceo a Marrom rosado	Sul do Brasil	Esse trabalho
<i>T. bulbocystidium</i>	Ressupinado	2–3(4)	N/D	Cinza	Costa Rica	Ryvarden 2014
<i>T. byssogenum</i>	Ressupinado a pileado	1–2	5.5–8 × 2–2.5	Roxo a Marrom arroxeadado	Pantropical	Ryvarden 2016
<i>T. biforme</i>	Majoritariamente pileado	2–5	(5–)6–8 × 2–2.5	Roxo a areia pálido	Pantropical-subtropical	Ryvarden 1980, Ryvarden 2016
<i>T. confertum</i> Vlasák & Vlasák Jr.	Efuso-reflexo a pileado	6–8	4–4.5 × 1.8–2.2	Roxo escuro a Marrom acizentado	Costa Rica	Vlasák & Vlasák Jr. 2017
<i>T. deviatum</i> Ryvarden	Ressupinado	5–7	4.5–6 × 1.7–2	Cinza com manchas marrom	Venezuela	Ryvarden 2014
<i>T. griseofuscum</i>	Ressupinado a efuso-reflexo	Hidnoide, 1–3 dentes/mm	6–7 × 1.5–2	Marrom claro a marrom argila	Nordeste da América do Sul	Ryvarden & Iturr. 2003, Gibertoni et al. 2011
<i>T. sector</i>	Pileado, raramente efuso	3–6	6–7 × 2–2.5	Cinza, Marrom escuro a Negro	Neotropical	Ryvarden 2016
<i>T. variabilis</i>	Ressupinado a pileado	1–2	4.5–6 × 2.2–2.5	Marrom	Venezuela	Ryvarden & Iturr. 2003

Fonte: Elaborada pelo autor.

A descrição de uma espécie ameaçada para essas áreas também pode favorecer o fortalecimento de políticas públicas para a preservação de espécies, como a inclusão de grupos atualmente negligenciados, como os Fungos.

Recentemente, estudos (VLASAK & VLASAK JR. 2017, ZHOU et al. 2018) mostraram *Trichaptum* como pertencente a Hymenochaetales, o que é corroborado pela presença de septos com parentossomas imperfurados, como previamente proposto (TRAQUAIR & MCKEEN 1978, ALEXANDER, WELDEN & OVREBO, 1989). Em um estudo recente, assim como em nossas análises (Figura 1), foi demonstrado que a espécie tipo, *T. perrottetii*, junto de outras espécies do gênero, formam um clado irmão de *Nigrofomes*. Por incluir a espécie tipo do gênero, consideramos esse clado como sendo o *sensu stricto* de *Trichaptum*. *Nigrofomes* é o único gênero atualmente considerado na família Nigrofomitaceae. Por outro lado, o status de família para *Trichaptum* continua como incerto, constando nas bases de dados taxonômicas (indexfungorum.org, mycobank.org) como *Incertae sedis*. Ambos os gêneros compartilham as colorações vináceas nos basidiomas, assim como cystídios apicalmente incrustados (VLASAK & VLASAK JR. 2017). Porém, *Nigrofomes* possui sistema hifal monomítico e hifas com septo simples (RYVARDEN 2016, ZHOU et al. 2018). A

proximidade filogenética dos gêneros, assim como o compartilhamento de algumas características, é um indicativo de que *Trichaptum* deveria ser tratado como membro de Nigrofomitaceae, por isso neste trabalho *Trichaptum* s.s. e *Trichaptum* s.l. são considerados como parte desta família.

Acerca da delimitação do gênero, nas análises filogenéticas realizadas (Figura 1), bem como em estudos prévios (VLASAK & VLASAK JR. 2017), a região nrITS indica que o agrupamento tradicionalmente tratado como *Trichaptum* é artificial, representado por pelo menos dois clados distintos (aqui nomeados como *Trichaptum* s.s. e *Trichaptum* s.l.). Estudos futuros, com a inclusão de mais marcadores filogenéticos e inclusão de mais espécies do gênero, podem esclarecer a relação entre os diferentes clados e estabelecer um tratamento taxonômico para os respectivos grupos. O clado aqui tratado como *Trichaptum* s.l., que inclui a nova espécie, pode representar o gênero *Hirschioporus* Donk, uma vez que a espécie tipo, *H. abietinus* (Pers. ex J.F. Gmel.) Donk foi recuperada neste clado. Atualmente, *Hirschioporus* é considerado sinônimo de *Trichaptum*. Anteriormente, o gênero acomodava espécies de clima boreal-temperado, com basidiomas pequenos e tomento adpresso, em contraste com *Trichaptum*, que acomodaria espécies com basidiomas grandes e uma superfície do píleo hirsuta, como *T. perrottetii*

(RYVARDEN & JOHANSEN 1980). Essa diferenciação morfológica, porém, não foi refletida em nossa análise, uma vez que tanto espécies tropicais como temperadas foram resgatadas no mesmo clado (*Trichaptum s.l.*) e não há distinção morfológica clara entre os clados.

3 CONCLUSÃO

A descoberta de uma nova espécie em ambientes urbanos mostra que a diversidade de Fungos é subamostrada e que mesmo Unidades de Conservação pequenas e com influência humana podem ser palco para novidades taxonômicas.

Trichaptum fissile é a primeira espécie de fungo associado a manguezais no mundo a ter seu estado de conservação avaliado, e o fato de se tratar de uma espécie em risco crítico de extinção faz com que sejam necessárias ações para a proteção e conservação dessa e de outras espécies, especialmente de ambientes ameaçados como os manguezais. Entre essas ações, pode estar a inclusão de Fungos na legislação pertinente a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, J.; WELDEN, A.L.; OVEBRO, C.L. (1989) *Trichaptum sector* (Ehrenb.:Fr.) Kreisel (Polyporaceae s.l.). *Mycologia Helvetica* 3(3):291-302.

- ALONGI, D. M. (2002) Present state and future of the world's mangrove forests, *Environmental Conservation* 29(03):331-349.
- ARIYAWANSA, H.A.; HYDE, K.D.; JAYASIRI, S.C. ET AL. (2015) Fungal diversity notes 111–252 – taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa, *Fungal Diversity* 75:27-274.
- BALTAZAR, J.M., TRIERVEILER-PEREIRA, L., LOGUERCIO-LEITE, C. (2009) A checklist of xylophilous basidiomycetes (Basidiomycota) in mangroves, *Mycotaxon* 107: 221–224.
- BARAD, A., JAVED, S., LEE, C.H. (2016) *Trichaptum abietinum* from British Columbia exhibited anti-proliferative and immune-modulatory responses, *Planta Medica* 82(1): 1-381.
- BITTENCOURT, F., STÜRMER, S. L., RECK, M. A., DRECHSLER-SANTOS, E. R. (2018) *Phylloporia minuta* sp. nov. (Basidiomycota, Hymenochaetales): a remarkable species discovered in a small protected urban area of Atlantic Forest, *Phytotaxa* 348(3): 199-210.
- CLARK, K., KARSCH-MIRZACHI, I., LIPMAN, D.J., OSTELL, J., SAYEORS, E.W. (2015) GenBank, *Nucleic Acids Research* 44(1):67-72.
- DAHLBERG, A., MUELLER, G.M. (2011) Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species, *Fungal Ecology* 4: 147-162.
- DAI, Y.C., YANG, Z.L., CUI, B.K, YU, C.J., ZHOU, L.W. (2009) Species Diversity and Utilization of Medicinal Mushrooms and Fungi in China (Review), *International Journal of Medicinal Mushrooms* 11(3): 287-302.
- DARRIBA, D., TABOADA, G.L., DOALLO, R., POSADA, D. (2012) jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9 (8): 772.

- DENTINGER BTM, MARGARITescu S, MONCALVO JM. (2010). Rapid and reliable high-throughput methods of DNA extraction for use in barcoding and molecular systematics of mushrooms. *Molecular Ecology Resources* 10: 628–633.
- DONK, M.A. (1933) Revisie van de Nederlandse Heterobasidiomyceteae (uitgez. Uredinales en Ustilaginales) en Homobasidiomyceteae-Aphylophraceae: II, *Mededelingen van het botanisch Museum en Herbarium van de Rijksuniversiteit Utrecht* 9:1-278.
- DONK, M.A. (1948) Notes on Malesian fungi I, *Bulletin of the Botanical Gardens Buitenzorg* 17:473-482.
- DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue, *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.
- ESENBECK, C.D.G. N. (1820) *Horae Physicae Berolinenses* :1-120.
- FERREIRA, A.C., LACERDA, L.D. (2016) Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives, *Ocean & Coastal Management* 125: 38-46.
- FREY, W.; HURKA, H.; OBERWINKLER, F. (1977) Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen, :1-233. Urban & Schwarzenberg, Stuttgart – New York.
- GEVORGYAN, V.S., NANAGULYAN, S.G., HANTIKYAN, A.A., SEFERYAN, T. Y. (2017) Assesment of Antioxidant Activities of Some Medicinal Fungal Extracts, *Proceedings Of The Yerevan State University* 51(3): 163–165.
- GIBERTONI, T.B., DRECHSLER-SANTOS, E.R, BALTAZAR, J.M., GOMES-SILVA, A.C., NOGUEIRA-MELO, G.S., RYVARDEN, L., CAVALCANTI, M.A.Q. (2011) The genus *Trichaptum*

- (Agaricomycetes, Basidiomycota) in Brazil, *Nova Hedwigia* 93 (1-2): 85-96.
- GILBERTSON, R.L., RYVARDEN, L. (1987) North American Polypores (2):1-885. *Fungiflora, Oslo*.
- GÓES-NETO, A., LOGUERCIO-LEITE, C., GUERRERO, R.T. (2005) DNA extraction from frozen field collected and dehydrated herbarium fungal basidiomata: performance of SDS and CTAB-based methods, *Biotemas* 18(2): 19-32.
- GUINDON, S. GASCUEL, O. (2003) A simple, fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood, *Systematic Biology* 52: 696–704.
- GUISAN, A., ZIMMERMANN, N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modelling* 135(2-3): 147–186.
- HIBBETT, D. S., DONOGHUE, M.J. (1995) Progress toward a phylogenetic classification of the Polyporaceae through parsimony analysis of mitochondrial ribosomal DNA sequences, *Canadian Journal of Botany* 73(S1): 853–861.
- HIBBETT, D.S. (2006) A phylogenetic overview of the Agaricomycotina, *Mycologia* 98(6): 917–925.
- HYDE, K. D. (1990) A comparison of the intertidal mycota of five mangrove tree species, *Asian Marine Biology* 7: 93-108.
- KATOH, K., STANDLEY, D.M. (2013) MaFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability, *Molecular Biology and Evolution* 30: 772–780.
- KO, K. S., HONG, S. G., JUNG, H. S. (1997) Phylogenetic analysis of *Trichaptum* based on nuclear 18S, 5.8S and ITS ribosomal DNA sequences, *Mycologia* 89(5): 727–734.

- KREISEL, H. (1971) Clave para la identificación de los macromicetos de Cuba, *Monografias Ciencias Universidad de Habana*, 16: 1-101.
- LARSSON, K.-H., PARMASSTO, E., FISCHER, M., LANGER, E., NAKASONE, K. K., REDHEAD, S. A. (2006). Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade, *Mycologia* 98(6), 926–936.
- MACINTOSH, D.J., ASHTON, E.C. (2002) Review of mangrove biodiversity conservation and management. *Final Report, University of Aarhus, Denmark* :1-86.
- MATER L., ALEXANDRE, M.R., HANSEL, F.A., MADUREIRA, L.A.S. (2004) Assessment of lipid compounds and phosphorus in mangrove sediments of Santa Catarina Island, SC, Brazil, *Journal of the Brazilian Chemical Society* 15(5): 725-734.
- MILLER, M. A., PFEIFFER, W. AND SCHWARTZ, T. (2011) The CIPRES Science Gateway: A Community Resource for Phylogenetic Analyses, *Proceedings of the 2011 TeraGrid Conference: Extreme Digital Discovery*, :1-8.
- MURRILL, W.A. (1904) The Polyporaceae of North America: VIII. Hapalopilus, Pycnoporus and new monotypic genera, *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 31(8):415-428.
- MURRILL, W.A. (1904) The Polyporaceae of North America IX. Inonotus, Sesia and monotypic genera, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 31 (11): 593-610.
- MYCOBANK. Disponível em: <www.mycobank.org> . Acesso em: 3/12/2019.
- RONQUIST, F. HUELSENBECK, J.P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models, *Bioinformatics* 19: 572–574.
- RYVARDEN, L. (1991) Genera of Polypores – Nomenclature and Taxonomy, *Synopsis Fungorum* 5:232-233.

- GBIF.org (2019), GBIF Home Page. Disponível em: <<https://www.gbif.org>>. Acesso em 03/12/2019.
- RYVARDEN, L. (1972) A critical checklist of the Polyporaceae in tropical East Africa, *Norwegian Journal of Botany* 19: 229-238.
- RYVARDEN, L. (2014) Studies in Neotropical Polypores 37: Some new and interesting species from tropical America, *Synopsis Fungorum* 32: 58-67.
- RYVARDEN, L. (2016) Neotropical Polypores Part 3: Obba-Wrightoporia, *Synopsis Fungorum* 36: 1-613.
- RYVARDEN, L., JOHANSEN, I. (1980) *A Preliminary Polypore Flora of East Africa*. Fungiflora, Oslo, 636 pp.
- RYVARDEN, L., ITURRIAGA, T. (2003) Studies in Neotropical Polypores 10. New polypores from Venezuela, *Mycologia* 95(6): 1066-1077.
- SCHNEIDER, C.A., RASBAND, W.S., ELICEIRI, K.W. (2012) NIH IMAGE TO IMAGEJ: 25 years of image analysis, *Nature methods* 9(7): 671-675.
- SOBRINHO, R.J.S. (1975) Pesquisadores Botânicos na Ilha de Santa Catarina, *Insula Revista de Botânica* 8(3): 1-26.
- SOVERNIGO, M.H. (2009) The Mangrove Swamp of Itacorubi, Florianópolis, Brazil: A Review of the Available Ecological Data for Directing New Studies, *Oecologia Australis* 13(4): 575-595.
- SPECIESLINK. Disponível em <www.splink.org.br>. Acesso em 5/12/2019.
- STAMATAKIS, A. (2014) RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies, *Bioinformatics* 30 (9): 1312–1313.
- TAMURA K., STECHER G., PETERSON D., ET AL. (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0, *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725–2729.

- TEIXEIRA, A. (1995) Método para Estudo das Hifas do Basidiocarpo de Fungos Poliporaceos, *Manual n° 6*. São Paulo: Instituto de Botânica.
- THIERS, B. (2019). Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff, *New York Botanical Garden's Virtual Herbarium*. Disponível em <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih>>. Acesso em 07/01/2019.
- TRAQUAIR J.V., MCKEEN W.E. (1978) Ultrastructure of the dolipore septum in *Hischioporus pergamenus* (Polyporaceae), *Canadian Journal of Microbiology* 24:67–771.
- TRIERVEILER-PEREIRA, L., BALTAZAR, J. M., LOGUERCIO-LEITE, C. (2009b) Santa Catarina Island mangroves 4 – xylophilous basidiomycetes, *Mycotaxon* 109(1): 107–110.
- TULLOSS, R.E. (2019). Brief "how to" articles. in Tulloss RE, Yang ZL, eds. *Amanitaceae studies*. Disponível em: <<http://www.amanitaceae.org>>. Acesso em 3/12/2019.
- VLASÁK, J. VLASÁK JR.,(2017) J. Trichaptum (Basidiomycota) in tropical America: a sequence study, *Mycosphere* 8(6): 1217–1227 (2017)
- WATLING, R. (1969) Colour Identification Chart. Edinburgh, Scotland: Her Majesty's Stationary Office.
- WOLLAN, A.K., BAKKESTUEN, V., KAUSERUD, H., GULDEN, G., HALVORSEN, R. (2008) Modelling and predicting fungal distribution patterns using herbarium data, *Journal of Biogeography* 35(12): 2298–2310.
- ZHOU, LI-W., WANG, XUE-W., VLASÁK, J., REN, GUANG-J. (2018) Resolution of Phylogenetic position of Nigrfomitaceae within Hymenochaetales (Basidiomycota) and *Nigrofomes sinomelanoporus* sp. nov. (Nigrofomitaceae) from China, *Mycokeys* 29: 1-13.