

JULIANA REIS GOMES

FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE SEDIMENTOS DE  
MANGUEZAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE  
TRACUATEUA, PARÁ, BRASIL.

BELÉM-PA

2017

JULIANA REIS GOMES

FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE SEDIMENTOS DE  
MANGUEZAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE  
TRACUATEUA, PARÁ, BRASIL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade do Curso de Licenciatura em Ciências  
Biológicas, da Universidade Federal do Pará,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange do Perpétuo  
Socorro Evangelista Costa

---

Laboratório de Micologia – ICB – UFPA

BELÉM-PA

2017

JULIANA REIS GOMES

FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE SEDIMENTOS DE  
MANGUEZAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE  
TRACUATEUA, PARÁ, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade do Curso de Licenciatura em Ciências  
Biológicas, da Universidade Federal do Pará,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: \_\_\_\_\_  
Profª Drª Solange do Perpétuo Socorro Evangelista Costa  
Universidade Federal do Pará

Avaliador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Hernández Gutiérrez  
Universidade Federal do Pará

Avaliador: \_\_\_\_\_  
Dra. Josiane Santana Monteiro  
Museu Paraense Emílio Goeldi

BELÉM-PA  
2017

## **EPIGRAFE**

“Sonhos determinam o que você quer.  
Ação determina o que você conquista.”

(Aldo Novak)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais José Carlos e Maria de Jesus, por todo carinho e dedicação essenciais para a concretização desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me guiado durante esta jornada me concedendo paciência e perseverança.

À minha mãe Maria de Jesus Reis e ao meu pai José Carlos Gomes por todo apoio e carinho. Obrigada por toda dedicação, por terem ficado sempre ao meu lado me fortalecendo, principalmente nos momentos em que mais precisei. Gratidão e amor definem os nossos laços!

Ao meu irmão Daniel Gomes, obrigada pelo apoio e companheirismo.

Aos meus tios Oziel Santos, Maria Raimunda Reis, Maria Edna, Sandra Reis por todo incentivo e vibrações positivas ao longo desta caminhada.

Aos meus amigos que a Biologia me presenteou Luciano Souza, Ana Caroline Cunha, José Artur Castilho, Sidney Santos, Erivaldo Baia, Tereza Beatriz Lima, Lilian Fernanda, Karoline Maia, Karolina Paz, pelo companheirismo e por me proporcionarem momentos maravilhosos que foram essenciais para me fortalecer ao longo do curso.

Ao meu amigo Pablo Cunha pelo apoio e por me ajudar na elaboração do mapa de localização dos pontos de coleta utilizados neste trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Solange do Perpétuo Socorro Evangelista Costa, agradeço pela oportunidade de estágio no laboratório de Micologia, pela orientação, ensinamentos e por me incentivar a refletir sobre o conhecimento científico e ajudar na minha construção profissional.

Ao Prof. Dr. Rosildo Paiva, por todo incentivo e apoio durante as coletas.

Ao Prof. Dr. Hernández Gutiérrez, por permitir a utilização do microscópio para a obtenção das fotomicroscopias e medidas dos fungos.

Aos meus amigos do Laboratório de Micologia, Aline Ferreira, Marcone Vale, Caio Gustavo, Rafael Chaves, Thais Pacheco, Luana Souza, Odúcia Santos e Seu Domingos por todo conhecimento e apoio compartilhados, além dos momentos de descontração que alegraram meu cotidiano. Muita obrigada por fazerem parte da minha história no LAMIC!

À FAPESPA, pelo incentivo financeiro.

À Universidade Federal do Pará - UFPA, Instituto de Ciências Biológicas ICB, por fornecer a estrutura física e alicerce intelectual para minha formação.

A todos que não foram aqui citados, no entanto, que contribuíram de alguma maneira para a concretização dessa caminhada.

Meus mais profundos agradecimentos!

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	7
2.2. PERÍODO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.....	10
2.3. MÉTODO DE COLETA.....	10
2.4. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	10
2.5. IDENTIFICAÇÃO DAS COLÔNIAS.....	11
2.6. FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES.....	11
3. RESULTADOS.....	11
4. DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÕES.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Mapa de localização da RESEX Tracuateua.....	8
Figura 2 - Vista parcial da área de coleta referente ao mangue da Alemanha.....	9
Figura 3 - Rio Tracuateua e Margem do Mangue Beiradão.....	9
Figura 4 - Frequência de fungos filamentosos isolados da RESEX Tracuateua....	13
Figura 5 - Fotomicroscopia de <i>Acremonium</i> sp.2.....	14
Figura 6 – Fotomicroscopia de <i>Fusarium</i> sp.....	14
Figura 7 – Fotomicroscopia de <i>Cladosporium</i> sp.....	14
Figura 8 – Fotomicroscopia de <i>Penicillium</i> sp 1.....	14
Figura 9 – Fotomicroscopia de <i>Aspergillus fumigatus</i> e <i>Aspergillus aculeatus</i> ....	15
Figura 10 – Fotomicroscopia de <i>Aspergillus puniceus</i> e <i>Aspergillus niveus</i> .....	15

**LISTA DE QUADROS E TABELAS**

Quadro 1 – Pontos de coleta e amostras correspondentes.....	7
Tabela 1 – Ocorrência de fungos filamentosos isolados de manguezais da RESEX Tracuateua, Pará, Brasil.....	12
Tabela 2 – Frequência de fungos filamentosos isolados de sedimentos de manguezais da RESEX Tracuateua, Pará, Brasil.....	13

## RESUMO

O manguezal é um importante ecossistema de transição entre os ambientes terrestres e aquáticos, sendo característicos de regiões tropicais e subtropicais. Possui uma microbiota fundamental para a ciclagem de nutrientes, porém, ainda são poucos os registros sobre a diversidade fúngica e suas formas de atuação neste ecossistema. A Reserva Marinha Extrativista de Tracuateua (RESEX Tracuateua), está situada no município de Tracuateua – PA (00°46'18" de latitude sul e 47°10'35" de longitude oeste de Greenwich) com 27.153 ha que abrange manguezais dos rios Maniteua e Quatipuru e das baías de Maiaú e Quatipuru. Com o objetivo de realizar um levantamento qualitativo de fungos filamentosos não zoospóricos em sedimentos de ambientes estuarinos, foram coletadas 11 amostras de sedimentos em áreas de manguezal desta reserva, em três excursões ocorridas no período de 05/2015 a 09/2016. Em laboratório, as amostras foram processadas através da técnica de diluição seriada em água, inoculando-se 1 ml da diluição, e semeando em placa de Petri contendo meio de Martin e incubadas à temperatura ambiente ( $\pm 28^{\circ}\text{C}$ ). Após crescimento, as colônias foram repicadas em Ágar Sabouraud Dextrose (ASD) ou Ágar Batata Dextrose (BDA) acrescidos de cloranfenicol. A identificação foi realizada com base na macroscopia das colônias, preparo de lâminas para exames microscópicos e estudo comparativo com os parâmetros utilizados pela taxonomia clássica conforme literatura especializada. Foram obtidos noventa e nove isolados, identificando-se os seguintes gêneros: *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Trichoderma*, com predomínio de *Cladosporium*. Fungos com micélio estéril representaram 5 % dos isolados. Os gêneros identificados são anamorfos, de habitat terrestres, e sua ocorrência no sedimento deve estar relacionada à presença de substratos adequados encontrados neste ambiente.

**Palavras-Chave:** Fungos filamentosos, RESEX Tracuateua, Sedimentos

## ABSTRACT

The mangrove is an important ecosystem of transition between terrestrial and aquatic environments, being characteristic of tropical and subtropical regions. They have a fundamental microbiota for nutrient cycling, however, there are still few records on fungal diversity and their ways of acting in this ecosystem. The Tracuateua Extractive Marine Reserve (RESEX Tracuateua) is located in the municipality of Tracuateua - PA (00°46'18 "south latitude and 47°10'35" west longitude of Greenwich) with 27,153 ha covering mangroves of Maniteua and Quatipuru rivers and from the bays of Maiaú and Quatipuru. In order to perform a qualitative survey of non - zoosporic filamentous fungi in sediments of estuarine environments, 11 sediment samples were collected in mangrove areas of this reserve in three excursions from 05/2015 to 09/2016. In the laboratory, the samples were processed by the serial dilution technique in water, inoculating 1 ml of the dilution, and seeding in Petri dish containing Martin's medium and incubated at room temperature ( $\pm 28^{\circ} \text{C}$ ). After growth, the colonies were peeled on Sabouraud Dextrose Agar (ASD) or Potato Agar Dextrose (BDA) plus chloramphenicol. The identification was made based on the macroscopy of the colonies, preparation of slides for microscopic examinations and a comparative study with the criteria used in the taxonomy. Were identified 99 isolates, identifying the following genera: *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Trichoderma*, with a predominance of *Cladosporium*. Fungi with sterile mycelium represented 5% of the isolates. The identified genera, are anamorphous, of terrestrial habitats, and their occurrence in the sediment must be related to the presence of suitable substrates found in this environment.

**Key words:** Filamentous fungi, RESEX Tracuateua, Sediments

## 1. INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre ambientes marinhos e terrestres em regiões tropicais e subtropicais do planeta. Localiza-se em terrenos baixos na foz de rios e estuários e possui suas características físico-químicas e biológicas influenciadas pelo regime das marés (Correia & Sovierzski, 2005; Schaeffer-Novelli, 1995). Os fatores meteorológicos, hidrológicos e geomorfológicos são determinantes para o desenvolvimento do manguezal e para sua manutenção, estas condições estão relacionadas com o relevo litorâneo, temperaturas tropicais, variações nas marés e na existência de ambientes salobros (Vale, 2010).

A distribuição geográfica dos manguezais está associada aos pontos em que a deposição de sedimentos é facilitada, geralmente associados às planícies costeiras com baixo declive ou vales fluviais inundados (Vanucci, 1999). Estima-se que o Brasil possui cerca de 10.000 a 25.000 km<sup>2</sup> de manguezais distribuídos de forma irregular ao longo de sua costa, enquanto no mundo corresponde a 162.000 km<sup>2</sup>. Os manguezais desenvolvem-se entre os trópicos de câncer e capricórnio, podendo estender sua ocorrência além desses trópicos, sendo que o seu desenvolvimento máximo ocorre próximo à linha do Equador. Os manguezais brasileiros se estendem desde o Amapá até Laguna em Santa Catarina, sendo que as maiores áreas contínuas de manguezais no Brasil ocorrem no Estado do Maranhão (Correia & Sovierzski, 2005; Schaeffer-Novelli, 1995).

No Pará, os manguezais ocorrem em vários municípios distribuídos pela sua costa norte, dentre estes: Afuá, Breves, São Sebastião da Boa Vista, Soure, Barcarena, Ananindeua, Marituba, Ilha do Mosqueiro, Santa Bárbara, Vigia, Colares, Curuçá, Marudá, Ilha de Algodal, Quatipuru, Bragança, dentre outros (Menezes et al., 2008).

Apesar do manguezal ser característico de regiões tropicais, também pode ter ocorrência em locais com climas temperados, porém em menor proporção. As condições ideais para o desenvolvimento de manguezais são: temperatura média acima de 20 °C e temperatura mínima não inferior a 15°C, amplitude térmica anual menor que 5°C e precipitação pluvial acima de 1500 mm/ano e ausência de períodos de seca prolongados (Correia & Sovierzski, 2005; Schaeffer- Novelli, 1995).

A entrada das águas salinas nos manguezais ocorre por meio da variação da amplitude das marés, fator que influencia na variação de salinidade que ocorre neste

ecossistema. O limite do manguezal em relação à terra firme é estabelecido pela distância máxima de penetração da água salgada nos estuários. A amplitude das marés também influencia na renovação das águas superficiais e intersticiais, que por sua vez, são relevantes para a oxigenação, transporte de nutrientes e propágulos, incluindo a dispersão de organismos bentônicos e das larvas de peixes (Correia & Sovierzoski, 2005; Vanucci, 1999).

O sedimento do manguezal é lodo-arenoso, podendo, às vezes, chegar a semi-líquido; geralmente tem muita matéria orgânica, alto conteúdo de sal, é pouco consistente e apresenta cor cinza-escuro. Podem apresentar também características diferenciadas devido à variação na intensidade de formação e de transporte de partículas (Gamero, 2001). Este substrato apresenta em sua composição depósitos recentes ricos em silte e argila, podendo conter diferentes concentrações de areia (Correia & Sovierzoski, 2005). A deposição de sedimentos e as inundações diurnas favorecem o acúmulo de silte, enquanto que as mais finas frações de argila frequentemente são enxaguadas pela ação das marés (Gamero, 2001). Este solo apresenta também em sua composição material vegetal e animal em fases variadas de decomposição, ocasionando baixo teor de oxigênio no interior do solo, o sedimento contém ainda produtos de decomposição de rochas de diferentes naturezas, relacionadas aos materiais vulcânicos, graníticos, gnáissicos ou sedimentares (Schaeffer – Novelli, 1995).

A fauna de manguezais, por sua vez, compreende diversos animais: organismos microscópicos, peixes, aves, répteis e mamíferos. Estes animais distribuem-se em diferentes partes deste ecossistema, podendo ocupar a água, sedimento, troncos, raízes e outros. Os animais habitantes desse ecossistema podem ser advindos de ambientes aquáticos, a exemplo de crustáceos, moluscos e peixes, ou de ambientes terrestres, tais como anfíbios, aves e insetos. (Schaeffer – Novelli, 1995).

Quanto a sua vegetação, os manguezais hospedam cerca de 70 espécies de plantas distribuídas de forma variável em manguezais em diferentes localidades do mundo (Duke et al., 2007). As plantas características de manguezais estão adaptadas quanto a sua morfologia e fisiologia para seu desenvolvimento neste ambiente, distribuindo-se ao longo das florestas de mangue do litoral brasileiro, onde predominam os gêneros *Laguncularia*, *Avicennia* e *Rhizophora*, podendo ainda existir representantes do gênero *Conocarpus*, que vivem nos bordos da floresta, tendo comum ocorrência no litoral Norte (Barros et al., 2006; Menezes et al, 2008; Schaeffer – Novelli, 1995).

A manutenção dos manguezais é de grande relevância pois estes apresentam diferentes funções ecológicas e socioeconômicas. As florestas de mangue, por exemplo, contêm madeira com alta densidade, resistentes ao ataque de herbívoros (por apresentarem uma substância chamada de tanino), usadas para construção civil e naval, além de serem fonte de combustível. Outra importância dessa vegetação, é a possibilidade de se obter tintas utilizadas na indústria manufatureira de roupas e substâncias usadas na indústria farmacêutica (Menezes et al, 2008; Tomlinson, 1986).

Outras funções dos manguezais referem-se- ao tratamento de esgotos, à proteção da costa e o manejo de animais. Segundo Herz (1991), este ecossistema atua amenizando o impacto do mar sobre a terra, no controle da erosão devido à presença de raízes de mangue (estabilização física da linha da costa) e na retenção de sedimentos, nutrientes e poluentes, impedindo a contaminação e o assoreamento das águas que constituem a costa, também tem essencial importância para a produtividade biológica promovendo uma grande diversidade de peixes, crustáceos e moluscos, aves, répteis e mamíferos, ao oferecer suporte para reprodução e o desenvolvimento de várias espécies.

Para a sustentação desta diversidade animal e vegetal é necessária uma grande disponibilidade de nutrientes, revelando-se a substancialidade não apenas do processo de fotossíntese, mas, também da ação microbiana na ciclagem de nutrientes do manguezal, ao decompor a matéria orgânica e outros compostos. Dessa forma, tem-se a microbiota como o alicerce da cadeia alimentar tanto de vegetais quanto de animais pertencentes à esse ecossistema (Fasanella, 2012).

A vegetação, juntamente com as variações físicas e químicas sofridas pelos manguezais podem influenciar nos níveis de colonização da microbiota neste ecossistema (Fasanella, 2012, Ferreira, 2002). Por sua vez, a diversidade microbiana é essencial para manutenção dos manguezais, pois além de participar da reciclagem de nutrientes a partir de compostos orgânicos, produzindo suplementação nutricional para a fauna e flora local, atua em processos de biorremediação (Bennet, 1998) e no estabelecimento de relações simbióticas, a exemplo dos líquens (Benatti & Marcelli, 2007) e fungos endofíticos (Arnold et al., 2001; Costa, 2012).

Entre os componentes dessa diversidade microbiana incluem-se os fungos que são organismos eucarióticos, heterotróficos, macro e microscópicos, que se nutrem por absorção

através de hidrólise enzimática, os quais são amplamente reconhecidos pelo seu potencial como produtores de metabólitos tóxicos (aflatoxina, ergotina) e metabólitos úteis como antibióticos (penicilina, cefalosporina), drogas imunossupressoras (ciclosporina), enzimas, ácidos orgânicos, vitaminas, corantes e outros, bem como por sua ação decompositora, fundamental na manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos. Neste sentido, Hill et al. (2000) destacam o papel preponderante dos fungos na degradação de matéria orgânica lignocelulósica e na ciclagem e transporte de nutrientes para as plantas.

Estima-se que exista cerca de 1,5 a 5,1 milhões de espécies de fungos (Hawksworth, 1991, O'Brien et al, 2005). E que apenas 100.000 dessas espécies foram descritas (Hawksworth, 2004). Estes organismos apresentam diversificados mecanismos de sobrevivência para diferentes ambientes, inclusive quando as condições são consideradas extremas, como baixa umidade, pH entre 1,0 e 9,0, temperaturas que variam de -5 a +60 °C, e ainda concentrações baixas de oxigênio (0,2% por exemplo). Dessa forma, os fungos estão presentes nos mais diferentes ambientes influenciando processos chaves para o funcionamento dos ecossistemas (Hawksworth, 2001; Van Der Heijden et al., 2008).

Além das funções que os fungos desempenham para o funcionamento dos ecossistemas, há estudos que buscam descrever os fatores responsáveis pela geração e manutenção da diversidade de fungos nos ambientes. Dentre os principais fatores com capacidade de interferir na ocorrência de fungos citam-se a importância da disponibilidade de nitrogênio mineral (Robinson, 2002) e a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico (Parrent et al., 2006).

De acordo com Fasanella, (2012), os fungos que colonizam os manguezais podem ser classificados em marinhos (colonizadores de partes inundadas totalmente ou irregularmente pelas marés), terrestres (colonizadores de regiões da vegetação acima da coluna de água) e na interface, acontece uma mistura de ambos os fungos (terrestres e marinhos) que ocorrem em menor intensidade devido à baixa oxigenação desse ambiente.

A microbiota em manguezais tem sido registrada em estudos desenvolvidos na Costa Indiana, no Litoral Brasileiro e em outras partes do planeta, a exemplo da China, Malásia e o Caribe, notadamente relacionados a fungos endofíticos (Ananda & Sridhar, 2002; Costa, 2012; Kumaresan & Suryanarayanan, 2001; Xing & Guo, 2011), fungos em detritos vegetais submersos (Ananda & Sridhar, 2004; Maria & Sridhar, 2002; Tsui & Hyde, 2004) e poucos relatam fungos em sedimentos deste ecossistema (Gomes et al., 2011). No estado do Pará,

destacam-se estudos sobre fungos macroscópicos de manguezais, realizados por Sotão et al. (2002) e Campos et al. (2005).

Estudos sobre a ocorrência de fungos em sedimentos ainda são escassos, dos quais muitos foram pesquisados em areia de praias ou em ambiente marinho profundo e alguns em margens de rios. Ulfig et al. (1997), investigaram a ocorrência de fungos queratinofílicos em sedimentos do rio Tordera (Espanha), que utilizando técnicas moleculares identificaram 13 espécies, com a prevalência de *Aphanoascus fulvescens* (Cooke) Apinis, *Arthroderma curreyi* Berk., *Trichophyton ajelloi* (Vanbreus.) Ajello. Na Índia, Singh et al. (2010) analisaram a diversidade filogenética de fungos oriundos de sedimentos marinhos profundos e suas características de crescimento, no qual 16 fungos filamentosos e 12 leveduras foram identificados, sendo a maioria dos fungos pertencentes ao filo Ascomycota, com poucos representantes Basidiomycota. Damare et al. (2006), também investigaram a ocorrência de fungos em sedimentos marinhos profundos na Índia, em que 181 colônias foram isoladas, destacando que fungos não esporulantes foram dominantes.

No Brasil, Hagler et al. (1982) investigaram leveduras em sedimentos de estuário do Rio de Janeiro. Em Pernambuco, Gomes et al. (2011) isolaram 50 espécies de fungos filamentosos em sedimentos de manguezal com predomínio de *Aspergillus* e *Penicillium*. Loureiro et al. (2005) isolaram e identificaram 31 espécies de leveduras em areia e água de praias de Olinda (PE), ressaltando a prevalência do gênero *Candida*. Em estudo realizado na baixada Santista (SP), Silva et al. (2003) coletaram sedimentos em áreas contaminadas com poluentes de diferentes fontes industriais a partir do qual registraram espécies de *Aspergillus*, *Chrysosporium*, *Cyclothyrium*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Phoma* e *Trichoderma*, entre as principais espécies. Ghizelini et al., (2012) e Fasanella (2012) consideram que estudos sobre a microbiota de manguezais, em geral, concentram-se na análise de comunidades bacterianas através de métodos independentes de cultivo e/ou métodos moleculares, em detrimento das comunidades fúngicas de manguezais.

A Amazônia é considerada como uma região detentora de grande parte da biodiversidade global, mas o conhecimento desta diversidade ainda se restringe principalmente às plantas e animais, os quais têm sido bem documentados inclusive com descrição de novas espécies e novos registros. Por outro lado, estudos sobre os micro-organismos, especialmente os fungos, ainda são incipientes para esta região.

Neste contexto o conhecimento da diversidade de fungos é de grande interesse para a comunidade científica, pois além de sua aplicação biotecnológica e importância ecológica, estes organismos podem produzir doenças em plantas, animais e outros seres vivos. Entre seus agravos ressalta-se a Doença Letárgica do Caranguejo (DLC), cujos estudos apontam o fungo *Exophiala cancerae* como principal agente etiológico da doença observada no caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (Orélis-Ribeiro et al., 2012), com registros de surtos em populações destes crustáceos em diversos estados do Nordeste Brasileiro (Grupo Integrado de Aquicultura, 2006). Adicionalmente, deve-se ressaltar que muitos destes fungos ainda não foram reconhecidos, descritos ou nomeados.

Reconhecendo a importância da microbiota fúngica para os ecossistemas em geral e considerando a escassez de informações sobre fungos em manguezais, este estudo teve como objetivos: realizar um levantamento qualitativo da diversidade de fungos filamentosos isolados de sedimento do estuário da Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua (PA); preservar espécies oriundas de áreas de manguezais amazônicos e verificar a possível ocorrência de fungos com potencial patogênico para o homem e outros organismos que compõem este ecossistema.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua (RESEX Tracuateua) situada no município de Tracuateua no Estado do Pará, foi criada em 20 de maio de 2005 e possui 27.864 hectares, onde abrange manguezais dos rios Maniteua e Quatipuru e das baías de Maiaú e Quatipuru. Esta Unidade de Conservação (UC), objetiva proteger os meios de vida e conservação de recursos naturais renováveis utilizados pela população extrativista de sua área de abrangência (MMA, 2017). O município de Tracuateua localiza-se na mesorregião Nordeste do Estado do Pará, integrando a microrregião Bragantina, com uma área territorial de 934, 2 km<sup>2</sup> entre as coordenadas geográficas de 00° 46' 18" de latitude Sul e 47° 10' 35" de longitude Oeste, com uma população estimada de 29. 793 habitantes (IBGE, 2017).

### 2.2. PERÍODO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

As amostras de sedimentos foram coletadas em pontos pré-definidos em áreas de manguezais da RESEX Tracuateua/PA de acordo com a disponibilidade e acesso ao substrato (Quadro 1 e Figura 1). No total, 11 amostras foram coletadas a partir dos locais de coleta correspondentes ao Manguê Cajueiro, Manguê da Alemanha (Figura. 2), localidade próxima ao esgoto, Manguê Beiradão (Figura. 3) e Manguê S/N.

Quadro 1. Pontos de coleta e amostras correspondentes

Pontos	Período/Sazonalidade	Coordenadas	Nº de amostras
Manguê Cajueiro (P1, P2, P3, P4)	Maio/2015 (chuvoso)	S 0° 54' 37"; W 46° 57' 34,7"	4
Manguê da Alemanha (P5, P6, P7, P8)	Agosto/2015 (estiagem)	S 0° 48' 59, 3"; W 46° 52' 49, 9"	4

Pontos	Período/Sazonalidade	Coordenadas	Nº de amostras
Próximo ao esgoto da cidade de Quatipuru (P9)	Setembro/2016 (estiagem)	S 0°53'50,6"; W 047°00'14,3"	1
Mangue Beiradão (P10)		S 0° 53' 57,5"; W 046°58'31,5"	1
Mangue S/N [Sem Nome] (P11)		S 0° 54' 29,6"; W 046°58' 57,3"	1

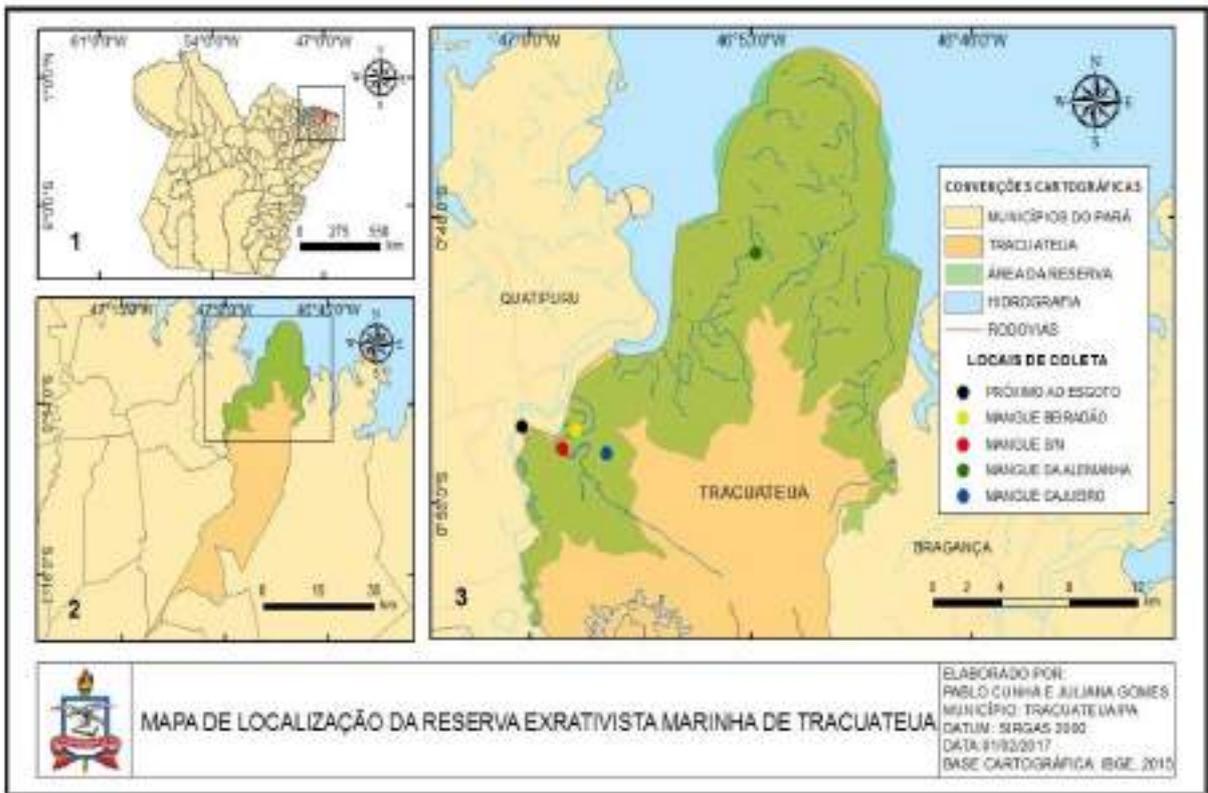


Figura 1. Mapa de localização da Reserva Extrativista de Tracuateua, Pará, Brasil, e dos pontos de coleta. Fonte: Elaborado por CUNHA, P. L. & GOMES, J. R. (2017).



**Figura 2.** Vista parcial da área de coleta referente ao Mangue da Alemanha.

Fonte: COSTA, S. P. S. E. (2015).



**Figura 3.** Rio Tracuateua e margem do mangue Beiradão. Fonte: GOMES, J. R. (2016).

### 2.3. MÉTODO DE COLETA

As amostras de sedimento foram coletadas diretamente em frascos coletores esterilizados ou com o auxílio de espátulas esterilizadas, os quais foram identificados e transportados ao Laboratório de Micologia (LAMIC) do Instituto de Ciências Biológicas/UFGA, onde foram mantidas sob refrigeração até o processamento.

### 2.4. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Efetuiu-se o processamento através da técnica de diluição seriada em água, em que o seguinte procedimento foi efetuado: 25 g de cada amostra do sedimento foi suspensa em 225 mL de água destilada esterilizada, em seguida, a solução foi homogeneizada por 10 minutos. Retirou-se 10 mL dessa suspensão que então foi adicionado a 990 mL de água destilada e esterilizada. Desta solução final, 1 mL foi transferido para placa de Petri esterilizada adicionando-se o meio de cultura Ágar Martin (Johnson & Curl, 1972), ressaltando-se que o processamento de cada amostra foi conduzido em triplicata. A seguir as placas foram incubadas à temperatura ambiente ( $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e observadas diariamente. Após o crescimento das unidades formadoras de colônias (UFC), realizou-se o isolamento destas através de repiques para tubos de ensaios contendo Ágar Sabouraud ou Ágar Batata Dextrose (BDA) com cloranfenicol. A manutenção dos isolados foi realizada por repiques periódicos em Ágar Sabouraud a 2% e alguns representativos das espécies em água esterilizada. Para identificação também foram utilizados os meios de cultura Ágar Malte e Ágar Czapeck.

### 2.5. IDENTIFICAÇÃO DAS COLÔNIAS

A identificação das colônias foi realizada com base na análise das características macroscópicas e microscópicas das colônias. Para a microscopia foram preparadas lâminas das colônias e/ou microcultivo em lâminas cujos resultados foram analisados comparativamente com literatura especializada entre as quais: Barnnet & Hunter, 1992, Barron, 1972, Domsch et al., 1980, Ellis, 1971, De Hoog & Guarro, 1995, e Lacaz et al., 1998. Para identificação das espécies de *Aspergillus* utilizou-se Klich (2002), Simões et al., (2013) e Houbraken et al., (2007).

## 2.6.. FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES

A frequência foi obtida conforme Schnitler Stephenson (2000), utilizando-se a fórmula  $D_i = n_i \times 100/N$ . Onde,  $D_i$  - distribuição da espécie  $i$ ;  $n_i$  - número de amostras da espécie  $i$  e  $N$  - número total de colônias. As frequências obtidas foram classificadas de acordo com as categorias a seguir: Ocasional ( $>0,5\%$  -  $1,5\%$ ), comum ( $>1,5 - 3\%$ ) e abundante ( $>3\%$ ).

## 2. RESULTADOS

A partir das 11 amostras de sedimento foram isoladas 99 UFC distribuídas em seis gêneros (Tabela 1): *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Trichoderma* com predomínio de *Cladosporium* (47,5%), seguido de *Penicillium* e *Aspergillus*, ambos com 12,1%. Os fungos que não apresentaram estruturas reprodutivas (5%), foram discriminados como micélio estéril. Detectou-se também 9 UFC de leveduras.

Considerando os pontos analisados, observou-se que a diversidade foi similar nos pontos 5 e 7 (1 espécie); 1, 3, 4 e 11 (2 espécies) e 2, 8, 9, 10 (3 espécies), sendo a maior ocorrência no ponto 11, com o registro de 40 UFC do fungo demáceo *Cladosporium*.

Destaca-se a ocorrência dos gêneros *Acremonium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* em todas as coletas, tanto no período chuvoso, quanto de estiagem, enquanto *Trichoderma* e *Cladosporium* ocorreram em apenas uma coleta.

**Tabela 1.** Ocorrência de fungos filamentosos isolados de sedimentos de manguezais da RESEX Tracuateua. Pará, Brasil.

Fungos	Coleta 1 (chuvoso)				Coleta 2 (estiagem)				Coleta3 (estiagem)			Total
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	
<i>Acremonium</i> sp 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
<i>Acremonium</i> sp 2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Aspergillus aculeatus</i> Lizuca	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>A. fumigatus</i> Fresen	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>A. puniceus</i> Kwon – Chung & Fennell	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3
<i>A. niveus</i> Blochwits	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
<i>Cladosporium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	40	47
<i>Fusarium</i> sp 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fusarium</i> sp 2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4
<i>Penicillium</i> sp 1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	4	0	10
<i>Penicillium</i> sp 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Penicillium</i> sp 3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Trichoderma</i> sp	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Não identificado	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Leveduras	0	0	2	0	1	2	0	0	1	3	0	9
Micélio estéril	1	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	5
<b>Total de UFC</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>42</b>	<b>99</b>
<b>N° de espécies</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	

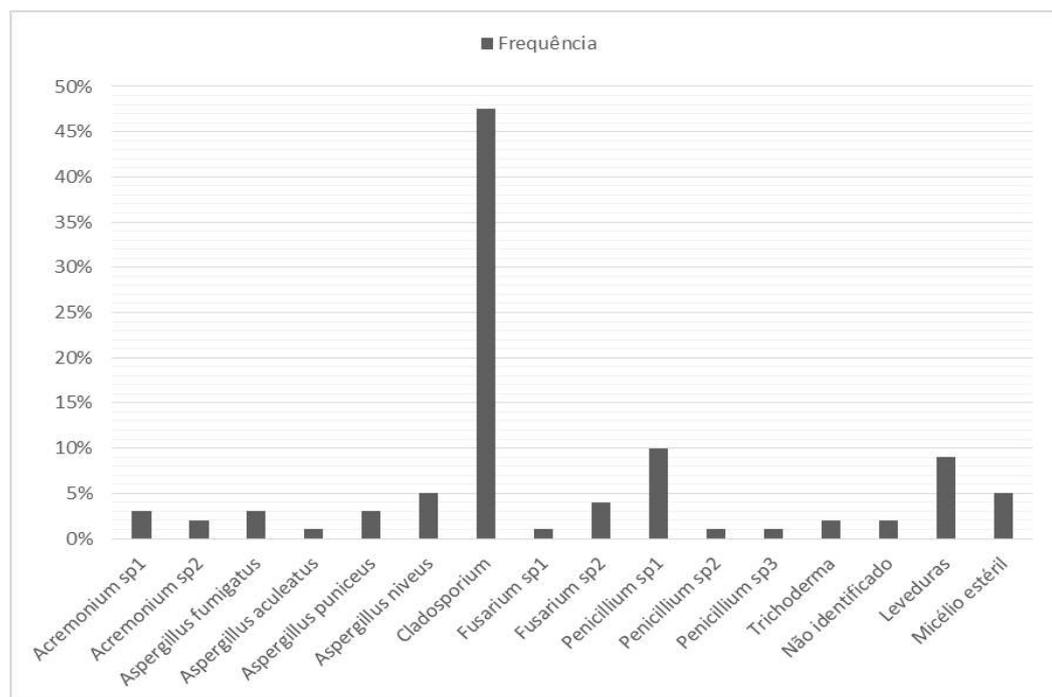
Legenda: X – grupo não identificado

Em relação à frequência, *Cladosporium* (47,5%), *Penicillium* sp 1 (10%), *Aspergillus niveus* (5%), *Fusarium* sp 2 (4%), foram abundantes; *Acremonium* sp 1 (3%), *Aspergillus fumigatus* (3%), *Aspergillus puniceus* (3%), *Acremonium* sp 2 (2%) e *Trichoderma* (2%) foram classificados como comuns; *Aspergillus aculeatus* (1%), *Fusarium* sp 1 (1%), *Penicillium* sp 2 (1%), *Penicillium* sp 3 (1%) apresentaram frequência ocasional. (Tabela 2 e Figura 4).

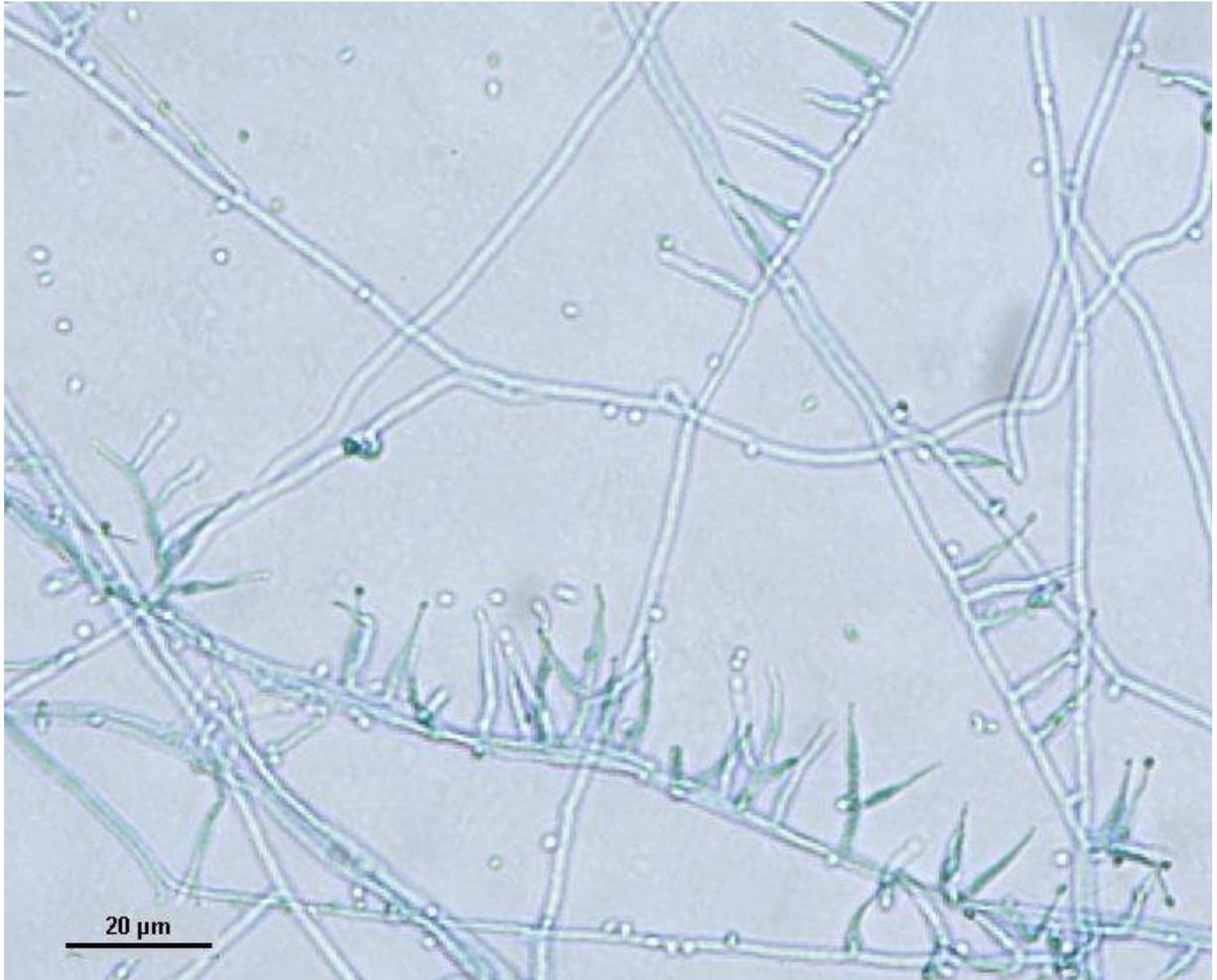
Representantes dos gêneros isolados são apresentados nas Figuras 5 a 10.

**Tabela 2.** Frequência de fungos filamentosos isolados de sedimentos de manguezais da RESEX Tracuateua, Pará, Brasil.

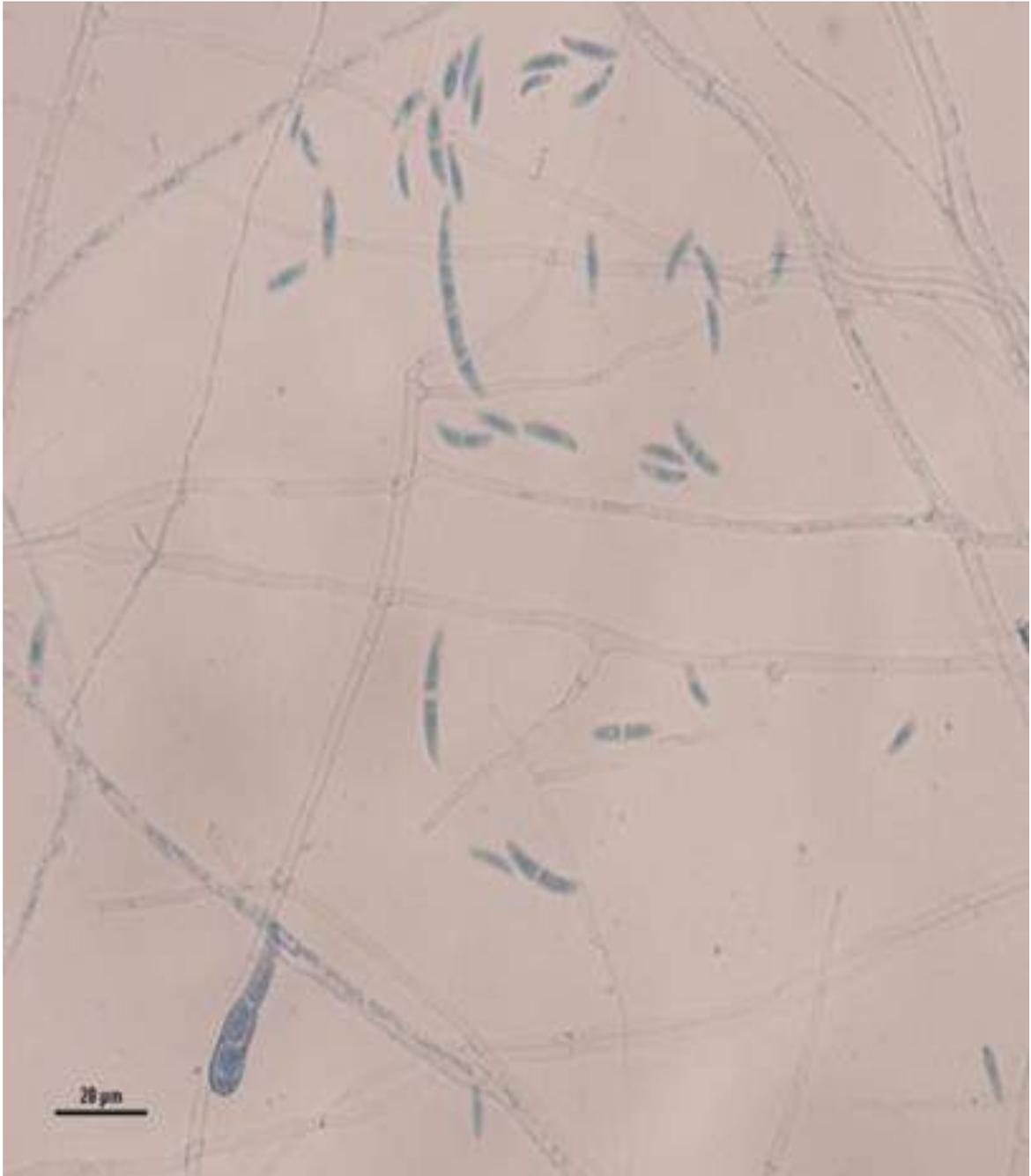
Fungos	Total	Frequência	Ocorrência
<i>Acremonium</i> sp 1	3	3%	Comum
<i>Acremonium</i> sp 2	2	2%	Comum
<i>Aspergillus aculeatus</i>	1	1%	Ocasional
<b>Lizuca</b>			
<i>A. fumigatus</i> Fresen	3	3%	Comum
<i>A. puniceus</i> Kwon-Chung & Fennell	3	3%	Comum
<i>A. niveus</i> Blochwitz	5	5%	Abundante
<i>Cladosporium</i>	47	47,50%	Abundante
<i>Fusarium</i> sp 1	1	1%	Ocasional
<i>Fusarium</i> sp 2	4	4%	Abundante
<i>Penicillium</i> sp 1	10	10%	Abundante
<i>Penicillium</i> sp 2	1	1%	Ocasional
<i>Penicillium</i> sp 3	1	1%	Ocasional
<i>Trichoderma</i>	2	2%	Comum
Não identificado	2	2%	Comum
Leveduras	9	9%	Abundante
Micélio estéril	5	5%	Abundante



**Figura 4.** Frequência de fungos filamentosos isolados de sedimentos de manguezais da RESEX Tracuateua, Pará, Brasil.



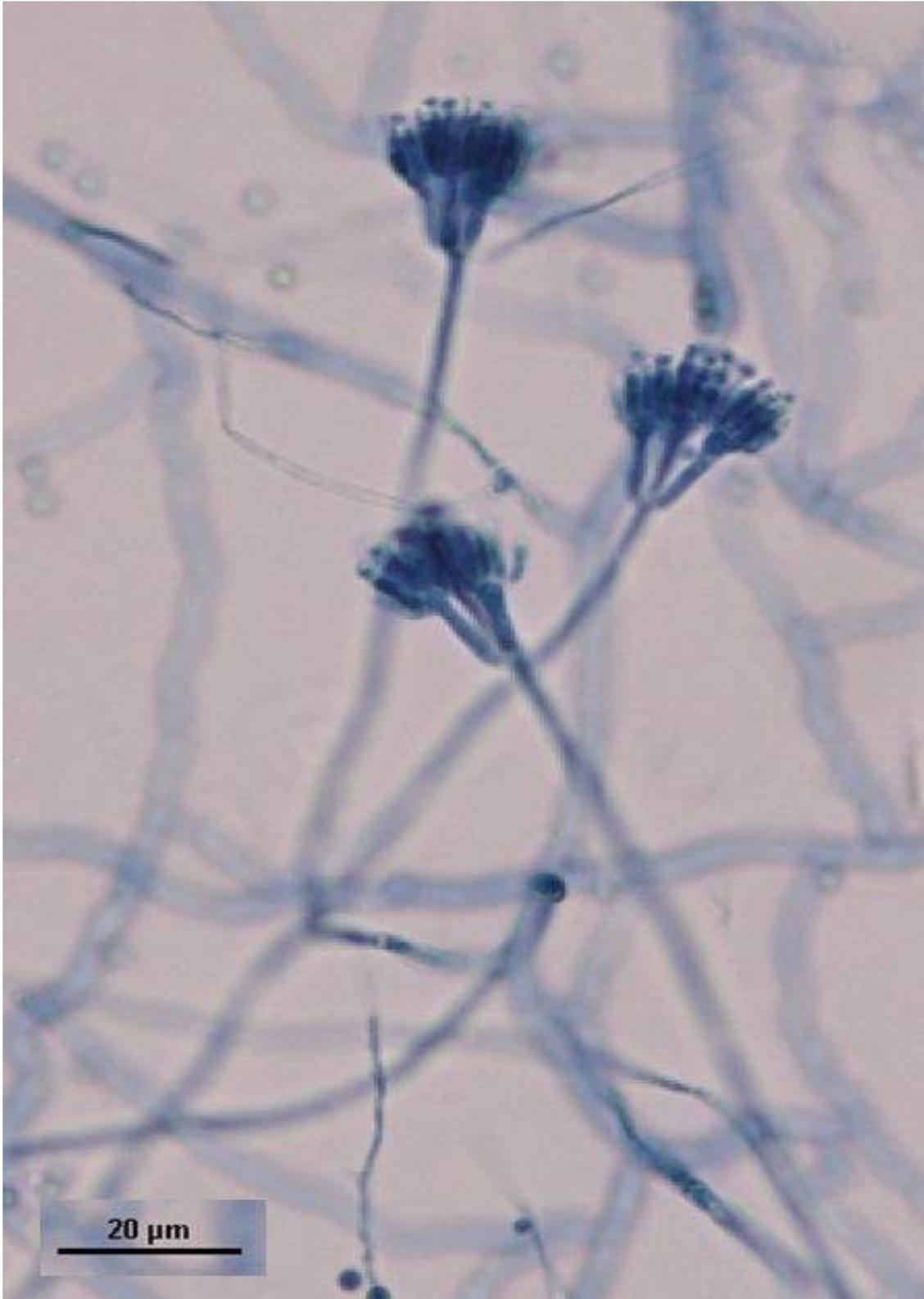
**Figura 5.** Fotomicroscopia de *Acremonium* sp 2. COSTA, S. P. S. E. & GOMES, J. R (2017).



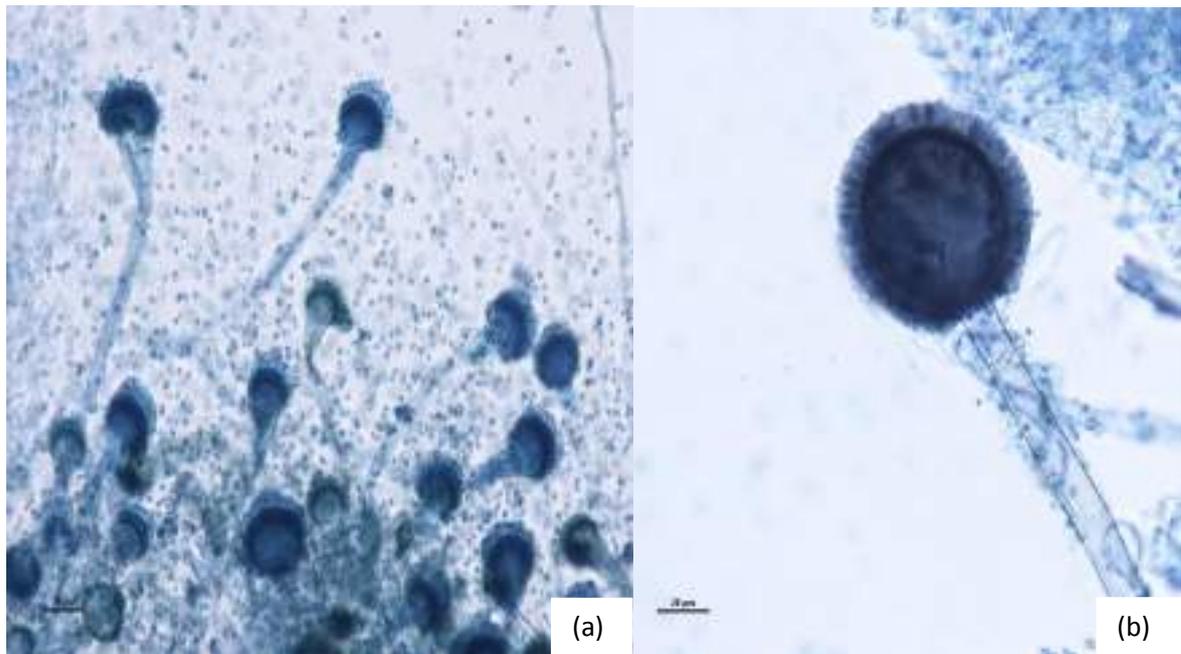
**Figura 6.** Fotomicroscopia de *Fusarium* sp 2. COSTA, S. S. E. & GOMES, J. R (2017).



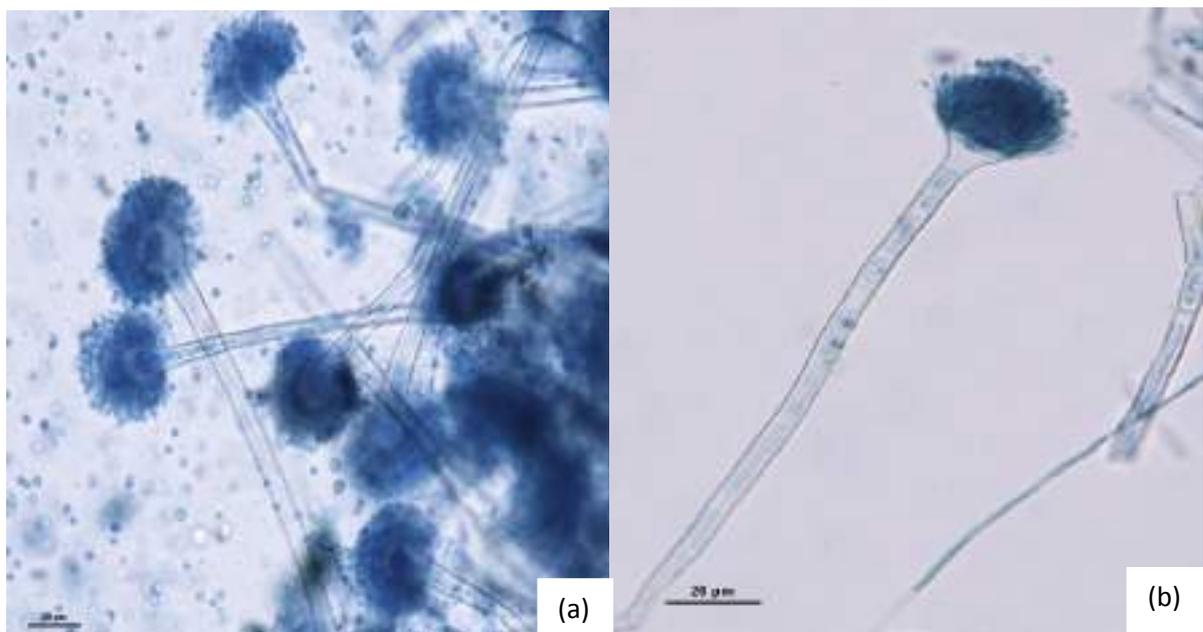
**Figura 7.** Fotomicroscopia de *Cladosporium* sp. COSTA, S. P. S. E & GOMES, J. R. (2017).



**Figura 8.** Fotomicroscopia de *Penicillium* sp1. COSTA, S. P. S. E. & GOMES, J. R (2017).



**Figura 9.** Fotomicroscopias de *A. fumigatus* (a); *A. aculeatus* (b). COSTA, S. P. S. E. & GOMES, J. R. (2017).



**Figura 10.** Fotomicroscopias de *A. puniceus* (a); *A. niveus*. COSTA, S. P. S. E. & GOMES, J. R. (2017).

### 3. DISCUSSÃO

Estes resultados revelam a maior ocorrência do gênero *Cladosporium* em relação aos outros fungos identificados, no entanto, *Penicillium* e *Aspergillus* com 12 representantes distribuídos em 4 espécies, apesar de ocorrerem em menor frequência que o *Cladosporium* sp, revelaram um maior número de espécies, corroborando com os resultados de Gomes et al., (2011), ao analisarem a diversidade de fungos filamentosos em sedimentos do Manguezal Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes (PE). Estes autores identificaram 50 espécies com predon

Figura. Microscopia de *Fusarium* sp 2 Tricho. Figura. Microscopia de *Acremonium* sp 2 ' , sendo que também verificaram a ocorrência do gênero *Cladosporium*, mas, com apenas 1 espécie representante. A riqueza de *Penicillium* também foi registrado por Lee & Baker (1972), em sedimentos de manguezal do Havaí, onde isolaram 52 espécies, 14 correspondentes ao gênero *Penicillium*.

A ocorrência de fungos filamentosos tem sido relatada em ecossistema de manguezais relacionando-os a diversos substratos. No litoral indiano, Maria & Sridhar (2002), registraram *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* em madeira submersa em áreas de manguezais ao longo do sudoeste da Índia. No nordeste brasileiro Costa et al., (2012) isolaram 246 colônias de fungos endofíticos em plantas de manguezais onde registraram espécies de *Fusarium*, *Penicillium* e *Trichoderma*, entre outros.

O ambiente de manguezal está sujeito a frequentes variações em suas características físico-químicas (Vale, 2010), desta forma, sugere-se que gêneros que apresentam adaptações a estas alterações, ocorram com maior frequência neste ecossistema. Estes fatores implicariam em uma diversidade biológica menor. Sugerindo-se ainda que a predominância dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* em manguezais, está relacionada às adaptações destes ao ecossistema. Este predomínio foi observado neste estudo e em outros similares (Gilna & Khaleel, 2011; Gomes et al, 2011; Maria & Sridhar, 2002).

Em estudo realizado em manguezais e salinas de Goa (India), Nayak et al. (2011) destacam que espécies dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* são halófilas, com potencial de balancear a pressão osmótica do meio ambiente e resistir aos efeitos da salinidade, tendo capacidade de habitar diferentes ambientes salinos. E ressaltam que a ocorrência de fungos nos

manguezais, difere de acordo com a localização e fatores como salinidade, temperatura, e natureza dos substratos. Outra habilidade atribuída a espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, é a termotolerância, ou seja, esses fungos crescem bem em uma ampla faixa de temperatura, possuindo crescimento ótimo em torno de 40°C, sendo capazes de crescer em temperaturas abaixo de 20°C (Evans, 1971; Salar & Aneja, 2006).

Além da capacidade adaptativa de *Penicillium* e *Aspergillus*, estes fungos são fundamentais para o funcionamento dos manguezais devido sua importância na decomposição da matéria orgânica (Hyde et al., 1998; Lewis & Starkey, 1969). Rajendran & Kathiresan (2006), analisando a microbiota associada com a serapilheira submersa de mangue, encontraram predomínio de *Aspergillus* com diferentes espécies, inclusive *A. fumigatus*, identificada neste trabalho.

Neste trabalho, *Cladosporium*, apresentou o maior número de UFC, também isolado a partir de sedimentos de manguezais por Gomes et al., (2011). Segundo Raghukumar (2004), é um fungo saprófita, presente em folhas de plantas típicas de manguezais, com grande importância na degradação da matéria orgânica, pois suas enzimas têm potencial para decompor compostos de difícil degradação.

O papel dos fungos em relação a solubilização de fosfato requerido para o crescimento das plantas que compõem o mangue foi avaliado por Saravanakumar et al. (2013), onde constataram que isolados de *Trichoderma* influenciam em uma melhor solubilização de fosfato e conseqüentemente em um crescimento mais efetivo da *Avicennia marina* (Valeton) N.C. Duke. Pelo fato dos manguezais apresentarem nutrientes limitados, principalmente o fósforo, a solubilização deste elemento químico e outros nutrientes realizada por *Trichoderma*, revelam uma importância deste gênero para este ambiente. O potencial de solubilização do fosfato por fungos extraídos de manguezais também foi estudado por Gupta & Das (2008), ao analisarem o potencial de solubilização de diferentes gêneros, entre os quais *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, cujos resultados mostraram que entre os 36 fungos isolados, *Aspergillus* sp. foi mais eficiente quanto a solubilização de fosfato. Neste estudo *Trichoderma* foi isolado de sedimento dos pontos 1 e 2.

Quanto ao potencial patogênico ao ser humano, Braz et al (2009), destacam o gênero *Acremonium* como sapróbio de solo e com alguns de seus representantes com potencial patogênico em humanos como agentes etiológicos de micoses subcutâneas e oportunistas. É um gênero emergente com registro de espécies causadoras de infecções localizadas e disseminadas

em pacientes imunossuprimidos ou com neutropenia, podendo ocasionar hialohifomicoses, endoftalmites, micetomas, ceratites, endocardites, dentre outras ações no organismo humano. Ressalta-se ainda a ocorrência de *Aspergillus fumigatus* Fresen, principal agente de aspergilose, micose oportunista que se manifesta como infecção sistêmica, colonização intracavitária e outras manifestações (de Hoog & Guarro, 1995).

Espécies de *Fusarium*, incluindo *F. solani*, (Mart.) Sacc. *F. moniliforme* J. Sheld. e possivelmente outros *Fusarium* podem afetar todos os estágios de desenvolvimento de camarões peneídeos (Ramaiah, 2006). Esta infecção, geralmente ocorre em ambientes onde há uma má qualidade da água, podendo provocar altas taxas de mortalidade nestes crustáceos (Ramaiah, 2006). A infecção geralmente se inicia em tecidos danificados, como feridas nas brânquias. (Leaño, 2001). O gênero inclui também espécies patogênicas para o homem, capazes de causar onicomioses, oftalmomicoses entre outras (de Hoog & Guarro, 1995).

O gênero *Cladosporium* teve frequência abundante neste trabalho. Em trabalho realizado na Baía de Zhanjiang, na China, Liu et al. (2016), isolaram 91 espécies de *Cladosporium* a partir de um mangue, dos quais 42 isolados foram testados quanto a sua patogenicidade para plantas típicas de manguezais. Os resultados mostraram que os isolados patogênicos foram encontrados em *Avicennia marina* (Valeton) N.C. Duke, *Kandelia candel* (L.) Druce. e *Rhizophora stylosa* Griff. sendo que a *A. Marina* e a *K. candel* foram as espécies mais vulneráveis a *Cladosporium* spp., e *Cladosporium colocasiae* Sawada teve o maior efeito patogênico nestas plantas.

Alguns fungos escuros, como o *Cladosporium*, são relatados também como patógenos de animais, como ocorre em relação à Doença Letárgica do Caranguejo (DLC), que atinge tecidos conectivos, epiderme, coração e hepatopâncreas de caranguejos- uçá (*Ucides cordatus*), prejudicando sua mobilidade e levando-os à morte. Os fungos associados com esta doença são leveduras negras pertencentes à família Herpotrichellaceae, tendo como principal agente etiológico a espécie *Exophiala cancerae* de Hoog, V.A. Vicente, Najafz., Harrak, Badali, Seyedm. & Boeger (Oréllis-Ribeiro et al., 2012). Outra espécie associada com a doença é a *Fonsecaea brasiliensis* V.A. Vicente, Najafz., C.H.W. Klaassen & de Hoog, considerada menos virulenta que a *E. cancerae*. Enfatiza-se que estes fungos foram isolados apenas a partir de tecidos de caranguejos infectados, ainda não foram encontrados no meio ambiente (Oréllis-Ribeiro et al., 2012).

#### 4. CONCLUSÕES:

A partir da análise de amostras de sedimentos de manguezal pode-se detectar a ocorrência de fungos filamentosos e leveduras, cujos táxons identificados representam espécies anamórficas, tipicamente de ambiente terrestres, cujos esporos e/ou fragmentos estão presentes neste ecossistema.

*Cladosporium*, *Aspergillus* e *Penicillium* foram os gêneros predominantes, que em geral produzem grande quantidade de conídios facilmente dispersáveis, contribuindo para seu predomínio, associados à presença de substratos adequados ao seu desenvolvimento.

Nos substratos analisados não foi detectada a ocorrência de fungos associados à Doença Letárgica do Caranguejo. No entanto detectou-se táxons associados a doenças em animais típicos destes ambientes e outros causadores de fitopatologias, destacando-se *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp.

Estes resultados representam o primeiro registro de fungos na RESEX Tracuateua e primeiro registro de micromicetos em manguezais do estado do Pará.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANDA, K. & SRIDHAR. Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. **Can. J. Microbiol**, 48: 871 – 878. 2002.

ANANDA, K. & SRIDHAR, K. R. Diversity fungi on decomposing leaf and woody litter of mangrove forests in the southwest coast of India. **Current Science**, **87**: 1431 – 1437. 2004.

ARNOLD, A. E.; MAYNARD, Z. & GILBERT, G. S. Fungal endophytes in dicotyledonous neotropical trees: patterns of abundance and diversity. **Mycological Research**, **105**: 1502-1507. 2001.

BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. Minnessota: Burgess Publishing, 1972. 220p.

BARRON, G. L. **The Genera Hyphomycetes from Soil**. Baltimore: Krieg, 1972. 364p.

BARROS, H. M.; MACEDO, S. J.; ESKINAZI-LEÇA, T. L.& LIMA, T. **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Editora Universitária da UFPE, 2006. 252p.

- BENATTI, M. N. & MARCELLI, M. P. Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém. **Acta Bot. Bras.**, **21**: 863 – 878. 2007.
- BENNET, J. W. Mycotechnology: the role of fungi in biotechnology. **J. Biotechnol.** **66**: 101 – 107. 1998.
- BRAZ, S. C. M.; MOTTA, C. M. S. MASSA, D. M. L.; NEVES, R. P.; MAGALHÃES, O. m. C. Viabilidade, confirmação taxonômica e detecção enzimática de espécies de *Acremonium* preservadas sob óleo mineral na Coleção de Culturas University Recife Mycology. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, **42**: 63 – 66. 2009.
- CAMPOS, E.; SOTÃO, H. M. P. CAVALCANTI, M. A. Q. & LUZ, A. B. Basidiomycetes de Manguezais da APA de Algodual – Maiandeuá, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, série Ciências Naturais**, **1**: 141 – 146, 2005.
- CORREIA, M. D. & SOVIERZOSKI, H. H. **Ecossistemas marinhos: Recifes, praias e manguezais**. Maceió: Edufal, 2005. 55p.
- COSTA, I. P. M. W.; MAIA, L.C. & CAVALCANTI, M. A. Diversity of leaf endophytic fungi mangrove plants of northeast Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology (Online)**, **43**: 1165-1173, 2012.
- DAMARE, S.; RAGHUKUMAR, C. & RAGHUKUMAR, S. Fungi in deep-sea sediments of the Central Indian Basin, **Deep – Sea Research I**, **53**: 14 – 27. 2006.
- DE HOOG, G. S. & GUARRO, J. **Atlas de Clinical Fungi**. Virgili: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 1995. 720p.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W; & ANDERSON, T. H. **Compendium of soil fungi**. New York, Academic Press 1980. 859p.
- DUKE, N. C.; MEYNECKE, J. O. & DITTMANN, S. A world without mangroves? **Science**, **317**: 41-42. 2007.
- ELLIS, M. B. **Dematiaceus hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, Kew, 1971, 608 p.
- EVANS, H.C. Thermophilous fungi of coal spoil tips. II. Occurrence, distribution and temperature relationships. **Trans. Br. Mycol**, **57**: 237 – 250, 1971.
- FASANELLA, C. P. **Diversidade da comunidade de fungos em solos de manguezais do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP. 2012. 99p.
- FERREIRA, T. O. **Solos de Mangue do Rio Crumahú (Guarujá – SP): Pedologia e contaminação por esgoto doméstico**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2002. 124p.
- GAMERO, R. M. P. **Mineralogia, físico-química e classificação dos solos de mangue do Rio Iriri no Canal de Bertiooga (Santos, SP)**. Dissertação (Mestrado na área de Solos e Nutrição

de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. 112p.

GHIZELINI, A. M.; HAGLER, L. C. S. M. & MACRAE, A. Microbial diversity in brazilian mangrove sediments – A mini review. *Braz. J. Microbiol, São Paulo*, **43**: 1243 – 1254, 2012.

GILNA, V. V & KHALEEL, K. M. Diversity of fungi in mangrove ecosystem. *Journal of Experimental Sciences*, **2**: 47-48. 2011.

GOMES, D. N. F.; CAVALCANTI, M. A. Q. & PASSAVANTE, J. Z. O. Fungos filamentosos isolados de sedimento do Manguezal Barra das Jangadas, Jaboatão do Guararapes, Pernambuco, Brasil. Recife. *Tropical Oceanography*, **39**: 36 – 45, 2011.

GRUPO INTEGRADO DE AQUICULTURA (GIA). Desvendando uma tragédia nos manguezais brasileiros. *In: Revista do Gia*, **1**: 4-11. 2006,

GUPTA, N. & DAS, S. J. Phosphate solubilising fungi from mangroves of Bhitarkanika, Orissa. *Journal of Biosciences*, **15**: 90-92, 2008.

HAGLER, A. N. OLIVEIRA, L. & HAGLER, L. C. M. Yeats in the intertidal sediments of a polluted estuary in Rio de Janeiro, Brazil. *Antonie Van Leeuwenhoek*, **48**: 53 – 56. 1982.

HAWSWORTH, D. L. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycologica Research*, **95**: 641-655, 1991.

HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 15 million species estimate revisited. *Mycology Research*, **105**: 422-1432. 2001.

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Micology*, **50**: 9-16, 2004.

HERZ, R. *Manguezais do Brasil*. São Paulo: USP; IO, 1991. 227p.

HILL, G. T.; MITKOWSKI, N. A.; ALDRICH – WOLFE, L.; EMELE, L. R.; JURKONIE, D. D.; FICKE, A.; MALDONADO – RAMIREZ, S.; LYNCH, S. T. & NELSON, E. B. Methods for assessing the composition and diversity of soil microbial communities. *Applied Soil Ecology*, **15**: 25 – 36, 2000.

HOUBRAKEN, J.; DUE, M.; VARGA, J.; MEIJER, M.; FRISVAD, J. C. & SAMSON, R. A. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section Usti. *Studies in Mycology* **59**: 107 – 128. 2007.

HYDE, K. D.; JONES, E. B. G.; LEAN, E.; POINTING, T. & VRIJMOED, L. L. P. Role off ungi in marine ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, **7**: 1147 – 1161. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Tracuateua*. Disponível

em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150803&search=||info%20E1%20fic%20-%20informa%20E7%20F5es-completas>> Acesso em: 24 de maio. 2017.

JOHNSON, L. F. & CURL, R. *Methods for research on the Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens*. 1972. 247p.

- KLICH, M. A. **Identifications of common *Aspergillus* species**. New Orleans: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2002. 116p.
- KUMARESAN, V. & SURYANARAYANAN, T. S. Occurrence e distribution of endophytic fungi in a mangrove community. **Mycol. Res.** **106**: 1388 – 1381. 2001.
- LACAZ, S. C. **Guia para Identificação: Fungos, Actinomicetos, Algas de Interesse Médico**. São Paulo: Sarvier, 1998. 445 p.
- LEAÑO, E. M. Fungal diseases In: LIO-PO, G. D.; LAVILLA, C. R.; CRUZ – LACIERDA, E. R. (Eds.). **Health management in aquaculture**. 2<sup>a</sup> ed. Tigbauan, Iloilo, Philipines: SEAFDCEC. 2001. Cap 24, p. 533-545.
- LEE, B. K. H; BAKER & G. E. An ecological study of the soil microfungi in a Hawaiian Mangrove swamp. **Pacific Science**, **26**: 1 – 10, 1972.
- LEWIS, J. A. & STARKEY, R. L. Decomposition of plant Tannins by some soil microorganisms. **Soil Science**. **107**: 235 – 241. 1969.
- LIU, Y.; Li, Y.; LIN, Q. & ZHANG, Y. Assessment of the pathogenicity of marine *Cladosporium spp.* Towards mangroves. **Forest Pathology**, **47**: 1- 5. 2016.
- LOUREIRO, S. T. A., CAVALCANTI, M. A. Q.; NEVES, R. P. & PASSAVANTE, J. Z. O. Yeasts isolated from sand and sea water in beaches of Olinda, Pernambuco State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, **36**: 333 – 337. 2005.
- MARIA, G. L. & SRIDHAR, K. R. Richness and diversity of filamentous fungi on wood litter of mangroves along the west coast of India. **Current Science**, **83**: 1573- 1580,2002.
- MENEZES, M. P. M.; BERGER, U. & MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil **Acta Amazonica**, **38**: 403-420. 2008.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua, Pará** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2293-resex-marinha-de-tracuateua>> Acesso em: 20 de mar. 2017.
- NAYAK, S. S.; GONSALVES, V. & NAZARETH, S. W. Isolation and salt tolerance of halophic fungi from mangroves and solar salterns in Goa. **INDIAN Journal of Geo-Marine**, **41**: 164 – 172, 2011.
- O'BRIEN, H. E.; PARRENT, J.; JACKSON, J. A.; MONCALVO, J. M. & VILGALYS, R. Fungal Community Analysis by Large-Scale Sequencing of Environmental Samples. **Applied And Environmental Microbiology**, **71**: 5544–5550. 2005.
- ORÉLIS-RIBEIRO, R.; CHAMMAS, M. A.; OSTRENSKY, B.; BOEGER, W. A. Viability of the etiologic agent of the Lethargic Crab Disease, *Exophiala cancerae*, during cooking of the mangrove-land crab: Does this traditional dish represent risk to humans? **Food Control**, **25**: 591-593, 2012.

- PARRENT, J. L.; MORRIS, W. F. & VILGALYS, R. CO<sub>2</sub> enrichment and nutrient availability alter ectomycorrhizal fungal communities. *Ecology*, **87**: 2278-2287. 2006.
- RAMAIAH, N. A review on fungal diseases of algae, marine fishes, shrimps and corals. *Indian Journal of Marine Sciences*, **35**: 380-387. 2006.
- RAGHUKUMAR, S. The role of fungi in marine detrital processes. In: RAMAIAH, N. (Ed.) *Marine Microbiology: Facets and Opportunities*. *Natl. Inst. Oceanog.*, **1**: 91-101. 2004.
- RAJENDRAN, N. & KATHIRESAN, K. Microbial flora associated with submerged mangrove leaf litter in India. *Rev. biol. Trop.*, **55**: 393 – 400, 2006.
- ROBINSON, C. H. Controls on decomposition and soil nitrogen availability at high latitudes. *Plant and soil*, **242**: 65-81. 2002.
- SALAR, R. K. & ANEJA, K. R. Thermophilous fungi from temperate soils of northern India. *Journal of Agricultural Technology*, **2**: 49-58, 2006.
- SARAVANAKUMAR, K.; ARASU, V. S. & KATHIRESAN, K. Effect of *Trichoderma* on soil phosphate solubilization and growth improvement of *Avicennia marina*. *Aquatic Botany*. **1**: 101 – 105, 2013.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: Ecosystema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research. 1995, 64p.
- SCHNITLER, M. & STEPHENSON, S. L. Myxomycete biodiversity in four different forest types in Costa Rica. *Bol. Soc. Brot.*, **67**: 5-22. 2000.
- SINGH, P.; RAGHUKUMAR, P. V. & SOUCHE, Y. Phylogenetic diversity of culturable fungi from the deep-sea sediments of the Central Indian Basin and their growth characteristics, *Fungal Diversity*, **40**: 89 – 102. 2010.
- SOTÃO, H. M. P.; CAMPOS, E. L. C.; COSTA, S. P. S. E. MELO, O. A. & AZEVEDO, J. C. Badiomycetes macroscópicos de manguezais de Bragança, Pará, Brazil. *Hoehnea*, **29**: 215 – 224. 2002.
- SIMÕES, M. F. SANTOS, C. & LIMA, N. Structural Diversity of *Aspergillus* (Section Nigri) Spores. *Microscopy and Microanalysis*, **19**: 1151 – 1158. 2013.
- SILVA, M.; UMBUZEIRO, G. A.; PFENNING, L. H.; CANHOS, V. P. & ESPOSITO, E. Filamentous Fungi Isolated from Estuarine Sediments Contaminated With Industrial Discharges. *Soil and Sediment Contamination*, **12**: 345 – 356. 2003.
- TOMLINSON, P. B. *The Botany of Mangroves*. Cambridge: University Press, USA. 1986. 419p.
- TSUI, C. K. M. & HYDE, K. D. Biodiversity of fungi on submerged wood in a stream and its estuary in the Tai Ho Bay, Hong Kong. *Fungal Diversity*, **15**: 205-220, 2004.

ULFIG, K.; GUARRO, J.; CANO, J.; GENÉ, J.; VIDAL, P.; FIGUERAS, M. J. & LUKASIK, W. The occurrence of keratinolytic fungi in sediments of the river Tordera (Spain). **FEMS Microbiology Ecology**, **22**: 111 – 117. 1997.

VALE, C. C. Correlação Entre os Processos Erosivos e Sedimentares e o Comportamento das Espécies Vegetais dos Manguezais da Foz do Rio São Mateus, Litoral Norte do Estado do Espírito Santo. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. **27**: 113 – 134, 2010.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; BARDGETT, R. D. & VAN STRAALLEN, N. M. The unseen majority; soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, **11**: 296-310. 2008.

VANUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: Edusp, 1999. 233p.

XING, X & GUO, S. Fungal endophyte communities in four *Rhizophoraceae* mangrove species on the south coast of China. **Ecological research**, **26**: 403-409. 2011.