Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Biociências

Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos

GABRIELA VIRGÍNIA RAMOS DA SILVA

FUNGOS CONIDIAIS EM FOLHEDO SUBMERSO EM AMBIENTE LÓTICO E LÊNTICO DE ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO

Recife

2018

GABRIELA VIRGÍNIA RAMOS DA SILVA

FUNGOS CONIDIAIS EM FOLHEDO SUBMERSO EM AMBIENTE LÓTICO E LÊNTICO DE ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia de Fungos.

Área de concentração:
Taxonomia e Ecologia de Fungos.

Orientador (a): Profa. Dra. Elaine Malosso

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Colaborador: Rafael F. Castañeda-Ruiz

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura (INIFAT)

Recife

2018

GABRIELA VIRGÍNIA RAMOS DA SILVA

FUNGOS CONIDIAIS EM FOLHEDO SUBMERSO EM AMBIENTE LÓTICO E LÊNTICO DE ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia de Fungos.

Aprovada em: 02 /03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Dra. Elaine Malosso (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão

Universidade Estadual de Feira de Santana

Dr. Phelipe Manoel Oller Costa

Universidade Federal de Pernambuco

Catalogação na fonte:

Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia - CRB-4/1788

Silva, Gabriela Virgínia Ramos da

Fungos conidiais em folhedo submerso em ambiente lótico lêntico de áreas de mata atlântica em Pernambuco / Gabriela Virgínia Ramos da Silva . – 2018.

70 f. : il.

Orientadora: Prof. Dr. Elaine Malosso.

Coorientadora: Prof. Dr. Rafael F. Castañeda-Ruiz.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos, Recife, 2018.

Inclui referências.

1. Fungos. 2. Mata atlântica. 3. Organismos aquáticos. I. Malosso, Elaine (Orientadora). II Castañeda-Ruiz, Rafael F. (Orientadora). II. Costa, Valéria Sandra de Oliveira (Coorientadora). III. Título.

579.5 CDD (22.ed.) UFPE/CB – 2019 - 038

Aos meus avôs, Maria Rosa de Lima e João Batista da Silva (*in memoriam*), dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder a concretização dos meus sonhos, me fortalecendo nos momentos de tribulação e desafios. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de mestrado concedida. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto 88881.062172/2014-01, coordenado pela orientadora e ao Programa Ciência sem Fronteiras que permitiram a visita do professor Dr. Rafael Felipe Castañeda-Ruiz, que muito contribuiu no trabalho. À Universidade Federal de Pernambuco, que viabilizou o trabalho dispondo de laboratórios, equipamentos e materiais que foram necessários para a realização do projeto, e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos pelo suporte e apoio. À profa. Dra. Elaine Malosso pela orientação deste trabalho, dando todo apoio e suporte ao longo de toda a pesquisa. Aos meus queridos amigos de trabalho, Marcela Alves Barbosa, Wanderson Luiz Tavares e Phelipe Manoel Oller Costa, meu muito obrigada por todo apoio, suporte, companheirismo, risadas em meio ao cansaço do dia a dia que me deu força para não desanimar. Aos colegas, José Fredson, Geovana Lima e Janaína Ferreira que chegaram ao grupo dos hifomicetos de folhedo recentemente, mas que já somaram ao trabalho. A minha querida amiga e madrinha de casamento, Tatiana Félix de Oliveira, agradeço de coração por vibrar com as minhas vitórias e me dar força em meio as derrotas. Aos amigos de todas as horas, Adelyn Aquino, Danielle Nathally, Evelyne Santos, Jonas Silva, Joana Ferreira, Natalia Ferreira, Paula Guerra, Thamiris Kelly pela torcida em todas as minhas seleções, provas e apresentações. Ao meu esposo, Geraldo Falcão agradeço de todo meu coração. Você foi um alicerce nesses anos de trabalho, onde quando mais precisei pude contar com suas orações e apoio. Obrigada por tudo! Amo você. À minha família, Daniela Cristina, Jadyane Raissa, Margarida Maria e Clodoaldo José, meu muito obrigada pelo simples fato de serem minha família e darem sentido a todo meu esforço. À minha avó, Maria Rosa de Lima pela minha existência, que me permitiu chegar até aqui, com a criação e o estudo que me proporcionou. Meu amor e gratidão eterna! A meu avô e anjo, Joao Batista da Silva (*in memoriam*) pelo exemplo que sempre foi. Essa vitória é dele. Deus permitiu que você fosse embora no percurso desses dois anos, não podendo estar aqui no momento da concretização desse sonho, tão sonhado por nós. Minha eterna gratidão a você, meu querido! Muito obrigada a todos!

RESUMO

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas com alta diversidade biológica. Este bioma forma um conjunto de fitofisionomias que propicia uma ampla diversificação ambiental. No interior das florestas podem ser encontrados corpos hídricos que são margeados por vegetações, denominadas de mata ciliar. Essas vegetações influenciam nos ecossistemas aquáticos que elas margeiam. Os fungos desempenham um papel importante na cadeia alimentar desses ecossistemas aquáticos, pois são capazes de decompor a matéria orgânica. Dentre os taxons que são isolados de ambientes aquáticos estão os hifomicetos. Os hifomicetos aquáticos são, em geral, encontrados em riachos ou córregos de águas limpas, com turbulência moderada, bem aeradas, com seus conídios dispersos nas espumas ou associados a substratos orgânicos em decomposição. No entanto, também é possível a ocorrência desses fungos em ambientes lênticos. O objetivo desse estudo foi analisar a riqueza e frequência de ocorrência de hifomicetos aquáticos e a biomassa de fungos associados ao folhedo submerso em ambiente lótico e lêntico, na Mata Atlântica de Pernambuco. Foram realizadas seis coletas em cada área de estudo (Reserva Biológica Municipal – REBIOMu Mata da Chuva e Lagoa da Mata). Em cada área foram estabelecidos seis pontos para coleta de material vegetal submerso e de água para análise de variáveis abióticas (temperatura, pH, condutividade elétrica e teor de oxigênio dissolvido). No laboratório, as folhas foram lavadas e cortadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm^2 que foram incubados em temperatura ambiente por um período de 4-5 dias. Os fragmentos de folhas foram montados em lâminas com água destilada para observação de estruturas fúngicas. A técnica utilizada para o ergosterol consistiu em cinco etapas: extração, saponificação, fracionamento, eluição e quantificação por HPLC. Foram identificados um total de 23 taxons de hifomicetos no estudo. Na Lagoa da Mata, foram identificados 13 taxons de hifomicetos em 259 ocorrências. Na REBIOmu Mata da Chuva, 20 taxons de hifomicetos foram identificados em 436 ocorrências. As comunidades de hifomicetos aquáticos nas áreas apresentaram 60% de semelhança de acordo com o índice de similaridade de Sörensen. O índice de diversidade foi maior na REBIOmu Mata da Chuva, e nos índices de equitabilidade e dominância não houve diferença significativa entre as áreas de estudo. Foram identificados 86,67 % e 83,33 % dos taxons estimados para a Lagoa e para o córrego, respectivamente. A correlação de Pearson foi calculada com a finalidade de identificar a correlação entre a ocorrência dos fungos e a concentração de ergosterol no folhedo submerso e foi verificado que para a Lagoa da Mata não houve correlação entre as duas variáveis, porém, para a REBIOmu Mata da Chuva a

correlação foi negativa. As variáveis abióticas analisadas se mantiveram dentro do estabelecido para águas doces que são destinadas a proteção das comunidades aquáticas na REBIOmu Mata da Chuva. As áreas de Mata Atlântica estudadas apresentam uma diversa comunidade de fungos associados ao folhedo submerso em decomposição, pois proporcionam um ambiente favorável para o desenvolvimento dos mesmos.

Palavras-chave: Diversidade. Ecossistemas aquáticos. Hifomicetos.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is considered one of the biomes with high biological diversity. This biome forms a set of phyto-physiognomies that provides a wide environmental diversification. Within the forests it can be found water bodies that are bordered by vegetation, called riparian forest. This vegetation influences the aquatic ecosystems that they border. Fungi play an important role in the food chain of these aquatic ecosystems because they are capable of decomposing organic matter. Among the taxa that are isolated from aquatic environments are hyphomycetes. Aquatic hyphomycetes are generally found in streams of clean water with moderate turbulence, well aerated, with their conidia dispersed in the foams or associated with decomposing organic substrates. However, it is also possible the occurrence of these fungi in lentic environments. The objective of this study was to analyze the richness and frequency of occurrence of aquatic hyphomycetes and the biomass of fungi associated to the submerged leaf litter in a lotic and lentic environment, in the Atlantic Forest of Pernambuco. Six collections were carried out in each study area (Reserva Biológica Municipal – REBIOMu Mata da Chuva and Lagoa da Mata). In each area, six points were established for the collection of submerged plant material and water for analysis of abiotic variables (temperature, pH, electrical conductivity and dissolved oxygen). In the laboratory, the leaves were washed and cut into fragments of approximately 1 cm^2 which were incubated at room temperature for a period of 4-5 days. The leaf fragments were mounted on slides with distilled water for observation of fungal structures. The technique used for ergosterol consisted of five steps: extraction, saponification, fractionation, elution and quantification by HPLC. A total of 23 hyphomycetes taxa were identified in the study. In the Lagoa da Mata, 13 taxa of hyphomycetes were identified in 259 occurrences. In the REBIOmu Mata da Chuva, 20 taxa of hyphomycetes were identified in 436 occurrences. The aquatic hyphomycetes communities in the areas presented 60% similarity according to the Sörensen similarity index. The diversity index was higher in REBIOmu Mata da Chuva, while in the equitability and dominance indices there was no significant difference between the study areas. It has been identified 86.67% and 83.33% of the taxa estimated for the Lagoa and the stream, respectively. Pearson's correlation was calculated with the purpose of identifying the correlation between the occurrence of fungi and the concentration of ergosterol in the submerged leaf litter and it was verified that for Lagoa da Mata there was no correlation between the two variables, but for REBIOmu Mata da Chuva the correlation was negative. The analyzed abiotic variables were found to be within the established for fresh waters that are destined to the protection of

the aquatic communities in the REBIOmu Mata da Chuva. The studied Atlantic Forest areas present a diverse community of fungi associated to the decomposed submerged leaf litter, as they provide a favorable environment for their development.

Key words: Diversity. Aquatic ecosystems. Hyphomycetes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Seis locais de coleta na Lagoa da Mata, Ilha de Itamaracá, PE. 29

Figura 2 - Seis locais de coleta na Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva, PE. 29

Figura 3 - Vista dos pontos de coleta da Lagoa da Mata, PE. 31

Figura 4 - Vista dos pontos de coleta da Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva, PE. 32

Figura 5 - Processamento das amostras. A. Frascos com folhas em decomposição com um pouco de água do local; B. Lavagem delicada em água corrente; C. Folhas lavadas e separadas para corte dos fragmentos; D. Fragmentos de folha acondicionados em placas 34

Gráfico 1 - Precipitação total mensal e temperatura média do ar nos municípios de Bonito –PE e Ilha de Itamaracá -PE de agosto de 2016 a setembro de 2017.....38

Gráfico 2 - Dendrograma de Similaridade de Sörensen obtidos para as comparações entre as micotas nas áreas de coleta REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco. 45

Gráfico 3 - Curva de acumulação de taxons de hifomicetos em folhedo submerso na REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco (linha azul - Sobs) e as estimativas de riqueza do estimador não-paramétrico Bootstrap (linha vermelha). Sobs: riqueza observada. 46

Gráfico 4 - Curva de acumulação de taxons de hifomicetos em folhedo submerso na Lagoa da Mata, Pernambuco (linha azul - Sobs) e as estimativas de riqueza do estimador não-paramétrico Bootstrap (linha vermelha). Sobs: riqueza observada.46

Gráfico 5 - Média da concentração bruta do ergosterol no folhedo das áreas da REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco, por coletas. 47

Gráfico 6 - Média das variáveis físicas e químicas de todos os pontos das áreas (REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco) nos períodos das coletas. 51

Gráfico 7 - Pernambuco. Média global das variáveis físicas e químicas da água na REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata. 52

Gráfico 8 - Comparação das variáveis abióticas, ocorrência de hifomicetos e teores de ergosterol nas amostras de folhedo na Lagoa da Mata e Mata da Chuva. A - Escores da primeira e segunda componentes; B - carga vetorial. 70% da variância dos dados...53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrência de hifomicetos aquáticos em seis coletas em duas áreas (Lagoa da Mata e REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco) em seis pontos de coleta..... 41

Tabela 2 - Riqueza de Espécies, Densidade, Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (J) e Dominância de Berger-Parker de taxons de hifomicetos aquáticos em cada coleta na Mata da Chuva e na Lagoa da Mata. 44

Tabela 3 - Riqueza de Espécies, Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielo (J') e Dominância de Berger-Parker de fungos nas áreas de estudo (REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco)..... 44

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre as variáveis: média de ergosterol e ocorrência de hifomicetos em folhedo submerso coletado na Lagoa da Mata, Pernambuco. 48

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre as variáveis: média de ergosterol e ocorrência de hifomicetos em folhedo submerso coletado na REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco. 48

Tabela 6 - Variáveis físicas e químicas da água coletadas em seis pontos (LM 1, LM 2, LM 3, LM 4, LM 5, LM 6) na Lagoa da Mata, Pernambuco, em seis coletas. 50

Tabela 7 - Variáveis físicas e químicas da água coletadas em seis pontos (MC 1, MC, 2, MC 3, MC 4, MC 5, MC 6) no córrego da REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco, em seis coletas..... 50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

1.2 OBJETIVOS 16

1.2.1 Objetivo Geral 16

1.2.2 Objetivos Específicos 16

2 REVISÃO DA LITERATURA 17

2.1 BIOMA MATA ATLÂNTICA 17

2.1.1 Aspectos gerais 17

2.1.2 Mata Ciliar 18

2.2 FUNGOS NO AMBIENTE AQUÁTICO 19

2.3 HIFOMICETOS AQUÁTICOS 20

2.4 ERGOSTEROL COMO INDICADOR DE BIOMASSA FÚNGICA 22

2.5 O PAPEL DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NO DESENVOLVIMENTO DOS FUNGOS 23

2.5.1 Temperatura 23

2.5.2 Potencial Hidrogeniônico – pH 24

2.5.3 Condutividade elétrica da água 25

2.5.4 Oxigênio dissolvido – OD 25

2.6 ESTUDOS DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS ASSOCIADOS À FOLHEDO SUBMERSO NO BRASIL 26

3 MATERIAL E MÉTODOS 28

3.1 ÁREAS DE COLETA 28

3.2 COLETA DO MATERIAL 30

3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS, PREPARAÇÃO DE LÂMINAS E IDENTIFICAÇÃO DE HIFOMICETOS DE AMBIENTES AQUÁTICOS 33

3.4 ISOLAMENTO DE HIFOMICETOS DE AMBIENTES AQUÁTICOS EM MEIO DE CULTURA 34

3.5 EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ERGOSTEROL 35

3.6 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA 36

3.7 ANÁLISE DE DADOS 36

3.8 PARAMÊTROS CLIMÁTICOS 37

4 RESULTADOS 38

4.1 PARAMÊTROS CLIMÁTICOS 38

4.2 OCORRÊNCIA DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS 39

4.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DOS HIFOMICETOS AQUÁTICOS 43

4.4 CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA 47

4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA 49

4.6 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS 52

5 DISCUSSÃO 54

5.1 ECOLOGIA DE HIFOMICETOS 54

5.1.1 Riqueza e ocorrência de hifomicetos em áreas de Mata Atlântica 54

5.1.2 Índices ecológicos aplicados aos hifomicetos aquáticos 56

5.2 CORRELAÇÃO DA BIOMASSA FÚNGICA COM OS FUNGOS CONIDIAIS 57

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA 59

6 CONCLUSÃO 62

REFERÊNCIAS 63

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é dividido em seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) que apresentam características distintas em suas formações vegetais e no clima (MMA, 2017). O bioma Mata Atlântica é caracterizado por apresentar vegetações exuberantes e com grande diversidade de fauna, flora e de microfungos associados (Marques et al., 2007; MMA, 2007). Embora seja conhecida a importância e todos os benefícios que este bioma proporciona, sua área vem sendo devastada. A área que inicialmente abrangia cerca de 1.300.000 km², atualmente encontra-se reduzida, com menos de 8 % dessa vegetação bem conservados em fragmentos (PROBIO/MMA, 2006; MMA, 2017).

No interior das florestas, podem ser encontradas matas ciliares, que são faixas de vegetação que ficam às margens dos corpos hídricos, protegendo esses mananciais (Castro, 2012; MMA/SBF, 2010). A mata ciliar influencia a qualidade da água, regula o regime hídrico, estabiliza as margens do rio e reduz o assoreamento da calha, e é influenciada pelas inundações, pelo aporte de nutrientes e pelos ecossistemas aquáticos que elas margeiam (Castro, 2012).

Os fungos apresentam grande diversidade e são encontrados em diferentes ambientes. Um desses ambientes em que podem se desenvolver são os corpos d`água, onde atuam no processo de decomposição do material vegetal, pois, associados a esta matéria orgânica, juntamente com outros organismos, degradam este material, atuando na ciclagem de nutrientes e, assim, promovem a manutenção do ecossistema (Marques et al., 2008; Rocha, 2003).

Além da atividade microbiana, o processo de decomposição também é influenciado por vários fatores abióticos (pH, temperatura, oxigênio dissolvido na água, condutividade elétrica da água, dentre outros) (Gimenes; Cunha-Santino; Bianchini, 2010).

A micobiota também aumenta a palatabilidade dos substratos, viabilizando o consumo pelos detritívoros, através da biomassa fúngica gerada (Alexopoulos et al., 1996). E essa biomassa pode ser determinada, relacionando-a com a quantidade de ergosterol, um componente celular dos fungos (Gessner; Newell, 2002).

Dentre os fungos que atuam no processo de decomposição no ambiente aquático estão os hifomicetos, que se distribuem em três grupos, de acordo com sua morfologia e biologia: ingoldianos, aeroaquáticos e lignícolas ou aquáticos facultativos (Goh; Hyde, 1996; Goh,

1997). Geralmente, são encontrados em águas limpas, bem aeradas, com seus conídios dispersos nas espumas ou associados a substratos orgânicos em decomposição (Ingold, 1975).

Os principais habitats dos fungos aquáticos são córregos e cachoeiras, onde ocorrem em substratos como folhas, galhos e ramos de árvores (Suresha et al., 2013). Porém, podem também ser encontrados em ambientes aquáticos com água parada ou de movimento lento, como represas e lagos (Malosso, 1999; Schoenlein-Crusius et al., 2014).

Marques et al. (2008) afirmam que é importante conhecer a biota do bioma Mata Atlântica e, dessa forma, fornecer subsídios para a conservação, tendo em vista o frequente desmatamento dos remanescentes florestais. Embora vários esforços tenham sido realizados, ainda se faz necessário contribuir para ampliação do conhecimento acerca da diversidade de hifomicetos aquáticos nos sistemas lóticos e lênticos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a riqueza e frequência de ocorrência de hifomicetos aquáticos e a biomassa de fungos associados à folhedo submerso em ambiente lótico e lêntico, em duas áreas de mata atlântica em Pernambuco.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os fungos encontrados no folhedo;
- Comparar a diversidade de hifomicetos aquáticos nos ambientes lótico e lêntico;
- Avaliar a relação dos fatores abióticos: temperatura, pH, condutividade elétrica e concentração de oxigênio dissolvido na água com a comunidade de fungos;
- Determinar a biomassa fúngica no folhedo submerso.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BIOMA MATA ATLÂNTICA

2.1.1 Aspectos gerais

O Brasil é constituído por seis biomas com diferentes características e que abrigam variados tipos de vegetação e de fauna, são eles: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (MMA, 2017).

O bioma Mata Atlântica apresenta um conjunto de formações florestais (Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude e é mundialmente considerado um dos biomas com mais alta diversidade biológica, além de ser uma das maiores e mais importantes florestas tropicais Continente sul-americano (MMA, 2017). O conjunto de fitofisionomias que compõem a Mata Atlântica propiciou a este bioma uma ampla diversificação ambiental, gerando condições adequadas para a evolução de uma comunidade rica em espécies animais, vegetais (MMA, 2007) e de fungos (Marques et al,. 2007).

A região de ocorrência desse bioma abrangia, integralmente ou parcialmente, atuais 17 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe (MMA/SBF, 2010). A Mata Atlântica foi, provavelmente, o primeiro bioma impactado pela atividade humana devido à extração de madeira, caça, queimadas e outras formas de impacto provocadas pelo "descobrimento" e colonização do Brasil, iniciadas a partir do litoral, que transformaram a extensa cobertura vegetal do bioma em fragmentos intensamente degradados. A cobertura florestal abrangia uma área superior a 1.360 milhões km2 e encontra-se reduzida a menos de 8% de sua área original, da qual apenas 0,69% são áreas especialmente protegidas (PROBIO/MMA, 2006).

São graves as consequências causadas pela perda da natureza, porém muitas vezes não são notadas de imediato. A sustentabilidade dos processos ecológicos e o fortalecimento dos serviços ambientais são afetados pela redução das áreas florestais. Esses serviços englobam um sistema natural que produz benefícios dos quais o homem se apropria ou consome.

Dentre esses serviços ambientais prestados pela natureza à humanidade estão: a regulação do clima, controle de enchentes, secas e tempestades; a manutenção do ciclo hidrológico, absorvendo, filtrando e promovendo a qualidade da água; a prevenção da erosão do solo, mantendo sua estrutura e estabilidade; a produção de oxigênio; a manutenção das condições dos recursos ambientais naturais, em especial a biodiversidade e a variabilidade genética, das quais o homem retira elementos essenciais para a melhoria da agricultura, produção de medicamentos e cosméticos, decomposição de resíduos e a regulação da composição química dos oceanos (MMA/SBF, 2010).

Os remanescentes de Mata Atlântica, fragmentados e reduzidos, não estão distribuídos uniformemente ao longo do território, comprometendo a perpetuidade de numerosas espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção da flora, fauna (MMA, 2010) e da micobiota microscópica associada (Marques et al., 2007).

No interior das florestas, podem ser encontradas faixas de vegetação, denominadas de mata ciliar, que ficam às margens dos corpos hídricos, ao longo dos quais podem ocupar dezenas de metros (Castro, 2012).

2.1.2 Mata Ciliar

O nome mata ciliar vem de cílios, pois assim como os cílios que protegem os olhos, a mata ciliar protege os corpos hídricos (MMA/SBF, 2010). Dependendo das interações que se estabelecem entre o ecossistema aquático e fatores, como, extensão e intensidade de inundações, as matas ciliares podem apresentar variações na composição vegetal e na estrutura da comunidade biótica (Castro, 2012).

As matas ciliares são essenciais para a manutenção dos ecossistemas aquáticos (Lima; Zakia 2004). Segundo Castro (2012), essas vegetações são importantes por apresentarem um conjunto de funções ecológicas que são fundamentais para a conservação da diversidade de animais e plantas nativas terrestres e aquáticas.

Além disso, agem na manutenção da vazão dos cursos d´água, retendo a água da chuva, aumentando a infiltração das águas pelo solo e controlando sua liberação para o lençol freático e corpo hídrico; mantêm a qualidade da água, pois reduzem processos erosivos, através da diminuição do impacto direto da chuva no solo; impedem o assoreamento dos corpos hídricos, pois diminuem o escoamento de partículas e sedimentos; também servem de

abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática, mantendo, assim, hábitats adequados, por exemplo, para os peixes fornecem sombra, mantendo a estabilidade térmica da água. Assim, ao prevenir o aumento da temperatura da água, elas mantêm mais alta a quantidade de oxigênio dissolvido e, portanto, auxiliam para melhorar a qualidade da água (Castro, 2012).

As matas ciliares, como outras áreas de florestas, também passaram por processos de degradação, a exemplo de cidades que foram construídas ao redor de corpos hídricos. Com o avanço da urbanização, a vegetação que margeia esses corpos foi retirada. Além da urbanização, as matas ciliares também foram prejudicadas com a construção de hidrelétricas, estradas, agricultura e pastagens, uma vez que há a necessidade de um corpo hídrico próximo das áreas de cultivo (Bozza et al., 2005).

De acordo com o Código Florestal Lei nº 4.777/65 as matas ciliares estão incluídas na categoria de áreas de preservação permanente. Desse modo, vegetações (arbórea ou não) que estejam nas margens de rios, nascentes e reservatórios devem ser preservadas. A largura da faixa de mata ciliar que deve ser preservada está relacionada com a largura do corpo hídrico. Mesmo com todo o conhecimento da importância das matas ciliares para a humanidade e as leis que devem ser seguidas, as florestas ciliares continuam sendo desmatadas devido a especulação imobiliária, cultivos agrícolas, pecuária ou sendo destruídas sem nenhum tipo de motivo real (Bozza et al., 2005; Bacci; Pataca, 2008).

2.2 FUNGOS NO AMBIENTE AQUÁTICO

Os corpos hídricos são classificados como lóticos quando se trata de um ambiente com águas continentais moventes, como rios e córregos. E ambiente lêntico quando se refere a um sistema aquático fechado, de água parada ou com movimento lento, como, lagos, lagoas e charcos (CONAMA, 2005).

Os fungos de ambientes de água doce constituem um grupo diversificado de organismos, incluindo ascomicetos, basidiomicetos, fungos zoospóricos e zigospóricos.

Dentre os ascomicetos, principalmente, destacam-se ainda os fungos anamórficos que têm uma ampla diversidade nos ambientes aquáticos (Goh; Hyde, 1996). Eles desempenham um papel importante na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, pois são capazes de decompor a matéria orgânica (animal e/ou vegetal) e, consequentemente, contribuem com a ciclagem de nutrientes nestes ambientes (Suresha et al., 2013). A micobiota

também aumenta a palatabilidade dos substratos, por meio do incremento da biomassa fúngica, viabilizando o consumo pelos detritívoros (Alexopoulos et al., 1996). Dentre os taxons que são isolados de ambientes aquáticos estão os hifomicetos. Estes, por sua vez, ainda se distribuem em outros três grupos, de acordo com sua morfologia e biologia: ingoldianos, aeroaquáticos e lignícolas ou aquático facultativo (Goh; Hyde, 1996; Goh, 1997).

2.3 HIFOMICETOS AQUÁTICOS

Os hifomicetos de água doce eram divididos pelo comportamento biológico em dois grupos: os fungos Ingoldianos e os fungos aero-aquáticos com o conceito amplo de "fungos aquáticos" de Thomas (1996). Goh e Hyde (1996) incluíram dois grupos adicionais de hifomicetos de água doce, os hifomicetos aquáticos terrestres e os hifomicetos aquáticos submersos (ou hifomicetos aquáticos facultativos). Deve-se enfatizar que estes são grupos biológicos e não representam grupos naturais em sistemas de classificação de fungos. Os quatro grupos de hifomicetos de água doce podem ser definidos da seguinte forma:

Os fungos Ingoldianos abrangem fungos que produzem conídios exclusivamente no ambiente aquático ou na água intersticial entre as partículas do solo (Ingold, 1975). Eles predominantemente têm duas formas básicas de conídios: ramificadas ou sigmóides. A grande maioria desses conídios ramificados é tetraradiada, ou seja, geralmente consistem essencialmente em quatro braços longos que divergem de um ponto comum (Goh; Hyde, 1996). Tais características facilitam a flutuação e a fixação nos substratos (Ingold, 1975).

Os hifomicetos aero-aquáticos, denominados por Beverwijk (1951) são mais frequentemente encontrados em lagoas estagnadas, valas ou córregos de fluxo lento e são capazes de crescer de forma vegetativa em folhas submersas ou substratos lenhosos sob condições semi-anaeróbias. A esporulação desses fungos não ocorre dentro da água. Diferente dos fungos ingoldianos, os aero-aquáticos esporulam apenas quando o substrato é exposto ao ar. Os conídios, ou propágulos, são principalmente pigmentados, em sua maioria helicoidais em mais de um plano, com um dispositivo de flutuação especial na forma de um sistema de hifas intrincado (Goh; Hyde, 1996).

Os fungos terrestres-aquáticos são isolados de gotas de chuva associados a partes de plantas terrestres intactas, produzem conídios estaurosporos, adaptados para manter a água ao

redor do conídio e manter a possibilidade de germinação, pois carecem de conidióforos micronematosos. Eles produzem seus conídios rapidamente, pois suas fontes de água são de frequência e duração imprevisíveis (Goh; Hyde, 1996).

Os fungos aquático-facultativos, também denominados de fungos aquático-submersos (Goh; Hyde, 1996), são fungos que podem ser encontrados tanto em ambiente terrestre quanto aquático (lóticos e lênticos). Estes fungos são caracterizados por serem sapróbios, apresentarem conidióforos e conídios com parede relativamente espessa, podendo se desenvolver sobre substratos vegetais submersos ou terrestres. Podem esporular e dispersar seus conídios nos ambientes terrestre e aquático (Goh; Hyde, 1996; Goh, 1997). Os conídios neste grupo são ovóides, cilíndricos, obclavados, piriformes ou fusiformes, o que não caracteriza adaptações distintas para o ambiente aquático (Goh; Hyde, 1996).

Os principais habitats dos hifomicetos aquáticos são córregos, quedas de água, reservatórios e lagos, onde ocorrem em substratos como folhas, galhos e ramos de árvores (Suresha et al., 2013). Geralmente, são encontrados em águas limpas, com turbulência moderada e bem aeradas, com seus conídios dispersos nas espumas ou associados a substratos orgânicos em decomposição (Ingold, 1975). No entanto, também é possível a ocorrência desses fungos em ambientes lênticos (Malosso, 1999; Moreira, 2011; Schoenlein-Crusius et al., 2014). Os hifomicetos aquáticos são em sua maioria sapróbios, mas diversos taxons são capazes de biotrofia, como Mycocentrospora acerina (R. Hartig) Deighton (parasita de plantas), ou micoparasitismo, como Crucella subtilis Marvanová & Suberkr. e Naiadella fluitans Marvanová & Bandoni. As espécies desse grupo, em sua maioria, foram relatadas em regiões temperadas (Shearer et al., 2007).

Os hifomicetos aquáticos estão inseridos, filogeneticamente, principalmente no filo Ascomycota, com uma pequena porcentagem relacionada ao filo Basidiomycota (Shearer et al., 2007), representando a fase assexual desses filos adaptados aos ecossistemas aquáticos (Fiuza, 2013).

2.4 ERGOSTEROL COMO INDICADOR DE BIOMASSA FÚNGICA

Existe uma variedade de métodos para determinar biomassa fúngica em ambientes simples. Porém, a técnica utilizando o ergosterol parece ser o método mais confiável e conhecido. O sentido da técnica do ergosterol é que há uma relação quantitativa entre a concentração do constituinte celular selecionado e a quantidade de massa dos fungos. A técnica consiste em quantificar o ergosterol em um substrato sólido e relacionar com a quantidade de massa seca de fungos, massa seca sem cinzas ou um componente ou elemento celular particular, como proteína, carbono, nitrogênio ou fósforo, aplicando um fator de conversão apropriado (Gessner; Newell, 2002).

O ergosterol é um esterol dominante entre os fungos. Este esterol está presente na membrana dos fungos, mais especificamente na bicamada de fosfolipídios, tendo como função o aumento da microviscosidade da membrana (Anderson et al., 1994). A síntese de ergosterol ocorre de forma simultânea com o crescimento metabolicamente ativo dos fungos. Dessa forma, pode ser então um método eficaz para avaliar mudanças no crescimento fúngico (Galvão et al., 2003).

Os métodos para determinação do ergosterol, em sua maioria, são divididos em três etapas: extração a partir de amostra de substrato, limpeza do extrato e análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A depender do tipo de substrato, diferentes metodologias podem ser aplicadas para extrair ergosterol (Anderson et al., 1994).

Os valores quantitativos sobre a produção de biomassa de fungos decompositores são importantes para o ecossistema. No entanto, há dificuldade de separação, mecânica ou óptica, da íntima associação entre fungos sapróbios e seus substratos. Com o advento de técnicas bioquímicas, imunológicas e biológicas moleculares em ecologia, no entanto, esse problema deve ser superado (Newell, 1992; Nylund; Wallander, 1992; Gessner; Chauvet, 1993).

Segundo Weete, Abril e Blackwell (2010), o ergosterol não é universalmente distribuído entre os fungos como inicialmente se acreditava, podendo haver pelo menos cinco produtos finais resultantes da biossíntese desse esterol. No entanto, ele é dominante em certas linhagens, incluindo alguns subfilos de Ascomycota e Basidiomycota. Com isso, o ergosterol não pode ser considerado o único "esterol fúngico", pois existem esteróis específicos em alguns taxons além do ergosterol que também ocorre no reino Fungi.

No Brasil, Malosso (1999) realizou o primeiro estudo que avaliou os teores de ergosterol contidos em folhedo submerso em ambientes aquáticos lóticos e lêntico: rio do Monjolinho, localizado no município de São Carlos, SP e represa do Guarapiranga, na cidade de São Paulo, respectivamente.

Posteriormente, Moreira (2006) avaliou a utilização do ergosterol como método para mensurar a biomassa fúngica, relacionando a mesma com a velocidade de decomposição de folhas. Gonçalves, Graça e Callisto (2006) realizaram estudos com folhas de Alnus glutinosa (L.) Gaertner em três rios em climas temperado. No ano seguinte, Gonçalves, Graça e Callisto realizaram estudos com folhas de Protium brasiliense (Spreng.) Engl. em dois riachos em áreas com clima tropical, no Cerrado brasileiro e temperada (Portugal). Moreira (2011) avaliou a biomassa fúngica por ergosterol durante a decomposição de folhedo de Caesalpinia echinata Lam. e Campomanesia phaea (O. Berg.) Landrum submersos em lagos artificiais na cidade de São Paulo, SP.

2.5 O PAPEL DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NO DESENVOLVIMENTO DOS FUNGOS

Vários parâmetros atuam como indicadores de qualidade da água e a caracterizam. Quando os valores destes parâmetros atingem números mais altos que o estabelecido como ideal, esses indicadores são ditos não conformes. As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a vários processos que ocorrem no corpo hídrico (FUNASA, 2014). Dentre esses parâmetros estão pH, condutividade elétrica (CE) e oxigênio dissolvido (OD) (Coluna; Dias; Pinheiro, 2007).

Conhecer as características físico-químicas da água é importante para a identificação e quantificação de elementos e espécies iônicas presentes nesses parâmetros e associação dos efeitos de suas propriedades com as questões ambientais, permitindo a compreensão dos processos naturais no meio ambiente (Parron et al., 2011).

2.5.1 Temperatura

O crescimento e reprodução dos organismos aquáticos são afetados por temperaturas que estão fora dos limites de tolerância térmica (ANA, 2017). A temperatura das águas superficiais é influenciada pela latitude, altitude, estação do ano, circulação do ar, cobertura de nuvens, vazão e profundidade do corpo hídrico (Perbecon; Bittencourt; Filho, 2005). Contudo, a temperatura também influencia vários parâmetros físico-químicos da água, como a tensão superficial e a viscosidade. Variações de temperatura podem existir naturalmente durante o dia e ao longo das estações do ano. Porém, as temperaturas podem ser aumentadas devido ao lançamento de efluentes de temperaturas elevadas e, dessa forma, podem causar impactos nos corpos d'água (ANA, 2017).

Os corpos hídricos no Brasil apresentam, geralmente, temperaturas na faixa de 20ºC a 30ºC. No entanto, no Sul do país, que são regiões mais frias, as temperaturas podem atingir entre 5ºC e 15ºC. As águas que apresentam temperaturas elevadas tendem a serem rejeitadas para consumo humano (FUNASA, 2014).

Associados a outros fatores abióticos, como a composição do substrato, a temperatura pode ser um importante fator para o processo de decomposição, muito embora alguns estudos tenham verificado pouca influência dessa variável sobre a esporulação dos fungos, comparados com outros parâmetros (Barlocher et al., 2013; Moreira, 2011; Gonçalves, Graça e Canhoto, 2013).

2.5.2 Potencial Hidrogeniônico – pH

O potencial hidrogêniônico (pH) é representado pela intensidade das condições ácidas e básicas do meio líquido, caracterizado pela presença de íons hidrogênio (H+), mensurado com uso do medidor de pH. O valor do pH influencia na distribuição das formas livre e ionizada de vários compostos químicos. Este parâmetro é calculado em escala antilogarítmica, em uma faixa de valor de 0 a 14 na qual valores inferiores a 7 correspondem a condições ácidas e superiores a 7 correspondem a condições alcalinas, ou seja, 7 é o valor que caracteriza a neutralidade de uma solução. As variações de pH podem se dar por fatores naturais, como fotossíntese, ou antropogênicos como despejos domésticos ou industriais. Os valores de pH podem contribuir para o aumento ou diminuição do grau de solubilidade das substâncias e definir o potencial de toxicidade de diversos elementos (FUNASA, 2014).

Segundo Chapman e Kimstach (1996), o pH é um importante parâmetro na avaliação da qualidade da água, influenciando muitos processos biológicos e químicos nos corpos hídricos. Além disso, o pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. Estudos comparativos entre essa variável e o desenvolvimento dos fungos aquáticos são escassos. Segundo a Resolução CONAMA 357, o pH que garante a proteção da vida aquática deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas e tóxicas para organismos do ambiente aquático, como metais pesados (ANA, 2017).

2.5.3 Condutividade elétrica da água

A condutividade elétrica (CE) da água constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que pode fornecer importantes informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, quanto sobre fenômenos importantes que ocorram na sua bacia de drenagem (Esteves, 1998). Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon (Pinto, 2007).

Os valores que indicam a condutividade elétrica da água devem ser expressos em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m), mas a unidade mais utilizada e recomendada atualmente é S (Siemens). Águas naturais apresentam teores de condutividade variando na faixa de 10 a 100 µS/cm, enquanto que em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 µS/cm (FUNASA, 2014).

Há pouca correlação entre o desenvolvimento dos fungos e a condutividade elétrica da água, no entanto, essa variável é um importante fator para determinar o grau de preservação do ambiente aquático. Estudos comparativos entre áreas de estudo, mostram que a diversidade de fungos é maior em áreas preservadas ou seja, que apresentam baixa condutividade elétrica da água (Oliveira ,2013; Oliveira, 2016).

2.5.4 Oxigênio dissolvido – OD

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, uma vez que inúmeros organismos precisam de oxigênio para respirar. Corresponde a um dos parâmetros mais significativos para indicar a qualidade de um ambiente aquático. O oxigênio dissolvido refere-se ao oxigênio molecular (O2) dissolvido na água. A concentração de OD nos corpos hídricos depende de fatores, como temperatura, pressão atmosférica, salinidade, atividades biológicas e, de forma indireta, de interferências antrópicas como lançamento de efluentes nos ecossistemas aquáticos. As águas poluídas por esgotos apresentam concentração mais baixa de oxigênio dissolvido comparado com as águas limpas, que possuem concentrações de OD mais elevadas. Isso se deve ao processo de decomposição da matéria orgânica. No entanto, condições naturais podem causar diminuição na concentração de OD como, por exemplo, águas eutrofizadas que são ricas em nutrientes (FUNASA, 2014; Pinto, 2007).

Outros fatores podem contribuir para os teores de oxigênio dissolvido na água, como por exemplo, lagos ou represas com crescimento excessivo das algas fazendo com que durante o dia os valores de oxigênio fiquem mais elevados, decorrente do processo de fotossíntese. Em contrapartida, durante a noite não há fotossíntese e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam. Além de o oxigênio ser introduzido nas águas através da fotossíntese, também é introduzido por meio de processos físicos, que dependem das características hidráulicas dos corpos d'água (ANA, 2017).

O teor de oxigênio presente no ambiente é um importante variável, pois a biomassa fúngica e a esporulação podem ser inibidas pela diminuição ou ausência desse parâmetro (Medeiros, Pascoal e Graça, 2009).

2.6 ESTUDOS DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS ASSOCIADOS À FOLHEDO SUBMERSO NO BRASIL

No Brasil, já foram realizados vários estudos acerca da diversidade de hifomicetos associados à folhedo submerso. No bioma Mata Atlântica, destaca-se o estado de São Paulo com vários estudos. Foram realizados levantamentos em Reservas Biológicas (Schoenlein-Crusius; Milanez, 1998a), lagos e córregos de parques, como do Jardim Botânico (Schoenlein-Crusius et al., 2016), Parque Municipal do Ibirapuera (Schoenlein-Crusius et al., 2014), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI (Schoenlein-Crusius; Moreira; Bicudo,

2009) e Parque Municipal da Aclimação (Schoenlein-Crusius; Moreira; Gomes, 2015). Várias espécies de hifomicetos aquáticos foram descritas para o Brasil em um estudo em vários locais do estado de São Paulo (Schoenlein- Crusius; Milanez, 1990). Schoenlein- Crusius e Milanez (1989) realizaram estudos de sucessão fúngica em folhas de Ficus microcarpa L. f. submersas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Outros estudos de sucessão também foram realizados com folhas de Alchornea triplinervia (Spreng.) M. Arg. (Schoenlein-Crusius; Milanez, 1998b).

Também foram realizados estudos em áreas com grande influência antrópica, como a Represa do Guarapiranga e sistema dos rios Monjolinho-Jacaré‑Guaçú (Malosso, 1999). No bioma cerrado foram realizados poucos levantamentos quanto à diversidade de hifomicetos aquáticos (Attili; Tauk-Tornisiello, 1994; Malosso, 1999; Schoenlein-Crusius, 2002). Fiuza et al. (2015) realizaram estudos no bioma Amazônia com amostras de espuma natural em riachos de duas localidades do estado do Amazonas: Reserva Ducke e Balneario Marupiara. Monteiro (2014), no entanto, realizou estudos com amostras compostas por substratos vegetais (folhas e galhos) em três áreas de proteção ambiental localizadas na Região Metropolitana de Belém –PA.

No Nordeste, há vários trabalhos com hifomicetos aquáticos no bioma Caatinga (Almeida et al., 2011; Barbosa e Gusmão, 2011; Almeida et al., 2012; Barbosa et al.,2013; Fiuza e Gusmão, 2013a; Fiuza e Gusmão, 2013b; Silva et al., 2014). Cavalcanti e Milanez (2007) realizaram o primeiro trabalho em Pernambuco com esses fungos, no qual isolaram hifomicetos da água e do solo na Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. Posteriormente, outros estudos foram realizados com hifomicetos associados à folhedo submerso em áreas de Mata Atlântica sob proteção ambiental em Pernambuco (Oliveira, 2013; Oliveira et al., 2015a; Oliveira et al., 2015b; Oliveira; Malosso; Castañeda-Ruiz, 2015; Oliveira, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE COLETA

As áreas de coleta estabelecidas para o estudo foram selecionadas com base em algumas características do ambiente, sendo elas: a vegetação característica do bioma Mata Atlântica, serem consideradas áreas de preservação ambiental com pouca ou nenhuma atividade antrópica e a presença de corpo d`água no interior da mata. Para o corpo hídrico foram estabelecidos os parâmetros de uma área ser caracterizada por um sistema aquático lótico e a outra ter um sistema aquático lêntico, para posterior análise comparativa. A área caracterizada por um sistema lêntico é a Lagoa da Mata e o corpo hídrico lótico é o córrego na Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva (REBIOmu).

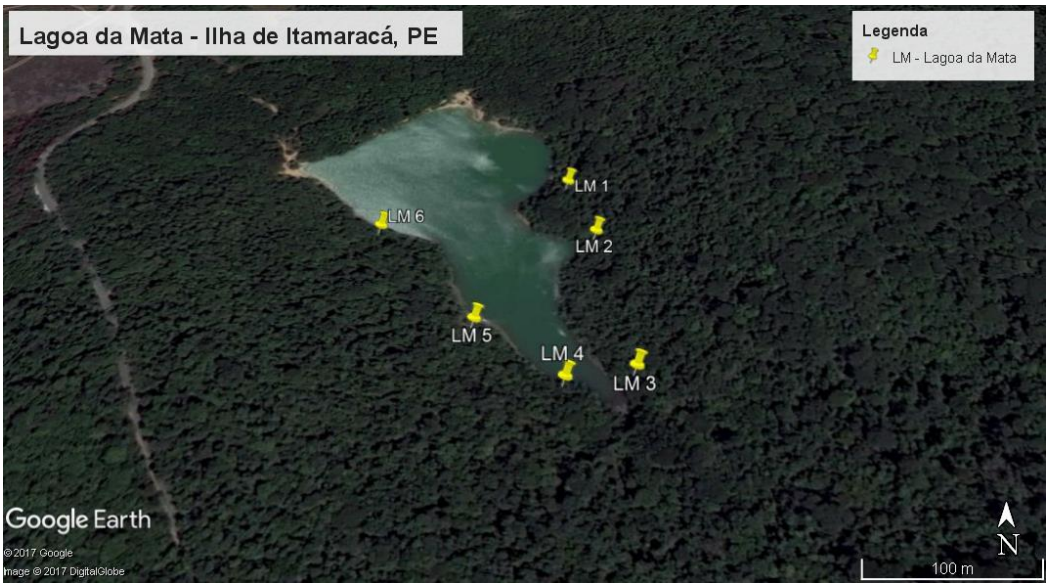
A Lagoa da Mata (7º 46’ 36. 04’’S e 34º 51’ 52. 73’’O) localizada na Ilha de Itamaracá, região metropolitana do Recife, compreende uma área total de 43.842,98 m², e está inserida em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Estadual – Refúgio da Vida Silvestre (RVS) Mata de Amparo, que integra a Unidade de Conservação de Uso Sustentável Estadual – Área da Proteção Ambiental (APA) de Santa Cruz (FADURPE, 2010). A Ilha de Itamaracá está separada do continente por um braço de mar que contorna a Ilha, denominado canal de Santa Cruz, estendendo-se por 22 km e com profundidade média variando entre 4 a 5 m (Almeida; Uema; Filho, 1997).

A Mata da Chuva (08º 32' 20"S e 35º 43' 22"W) é uma região conhecida como Serra dos Macacos, no município de Bonito. Localiza-se na microrregião do brejo pernambucano, entre o agreste meridional e a zona da mata do estado de Pernambuco, possuindo uma área de aproximadamente 174,42 ha e uma altitude de 750m (Santiago; Barros; Sylvestre, 2004). O clima no município é caracterizado pelo tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso se estende desde dezembro/janeiro a setembro. Devido à altitude observa-se a formação de neblina e garoa no período da noite e em grande parte do dia, no período chuvoso. A precipitação média anual é de 1309,9 mm (CPRM, 2005).

Em 2011, por meio da lei municipal nº 936/2011, foi criada a Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva (REBIOmu). No interior da Mata, localiza-se uma das nascentes do Rio Bonito, que forma um córrego de aproximadamente dois metros de largura que se estende pela mata.

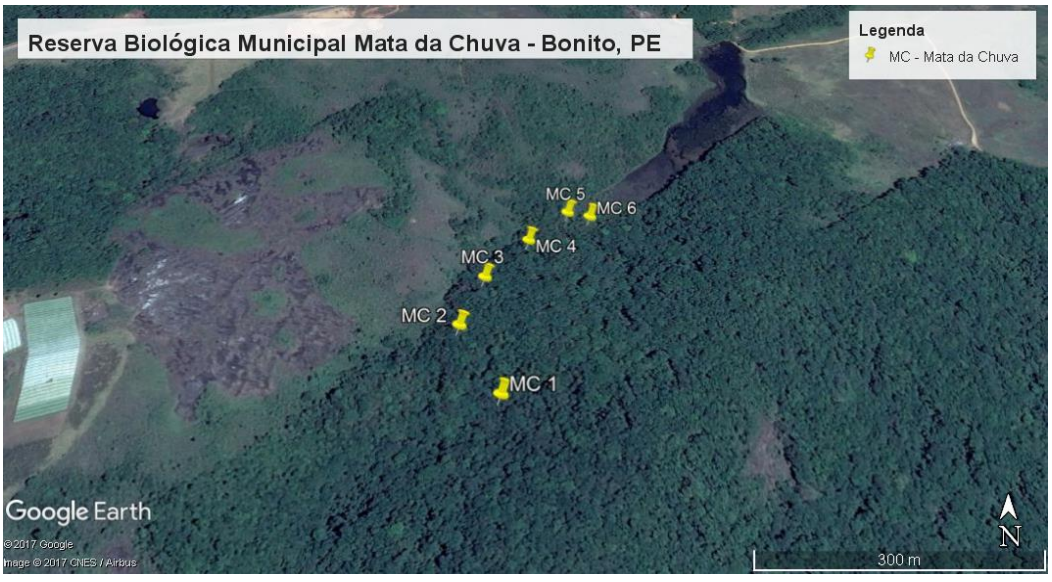
Em cada área de coleta foram estabelecidos seis pontos para coleta de materiais vegetais e amostras de água (Figuras 1 e 2). Como critérios estabelecidos para demarcação dos pontos ao longo do corpo hídrico, estão a presença de cobertura vegetal acima do corpo d`água, viabilidade de coleta e a distância relativa entre os pontos.

Figura 1 - Seis locais de coleta na Lagoa da Mata, Ilha de Itamaracá, PE.



Fonte: Google Earth, 2017.

Figura 2 - Seis locais de coleta na Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva, PE.



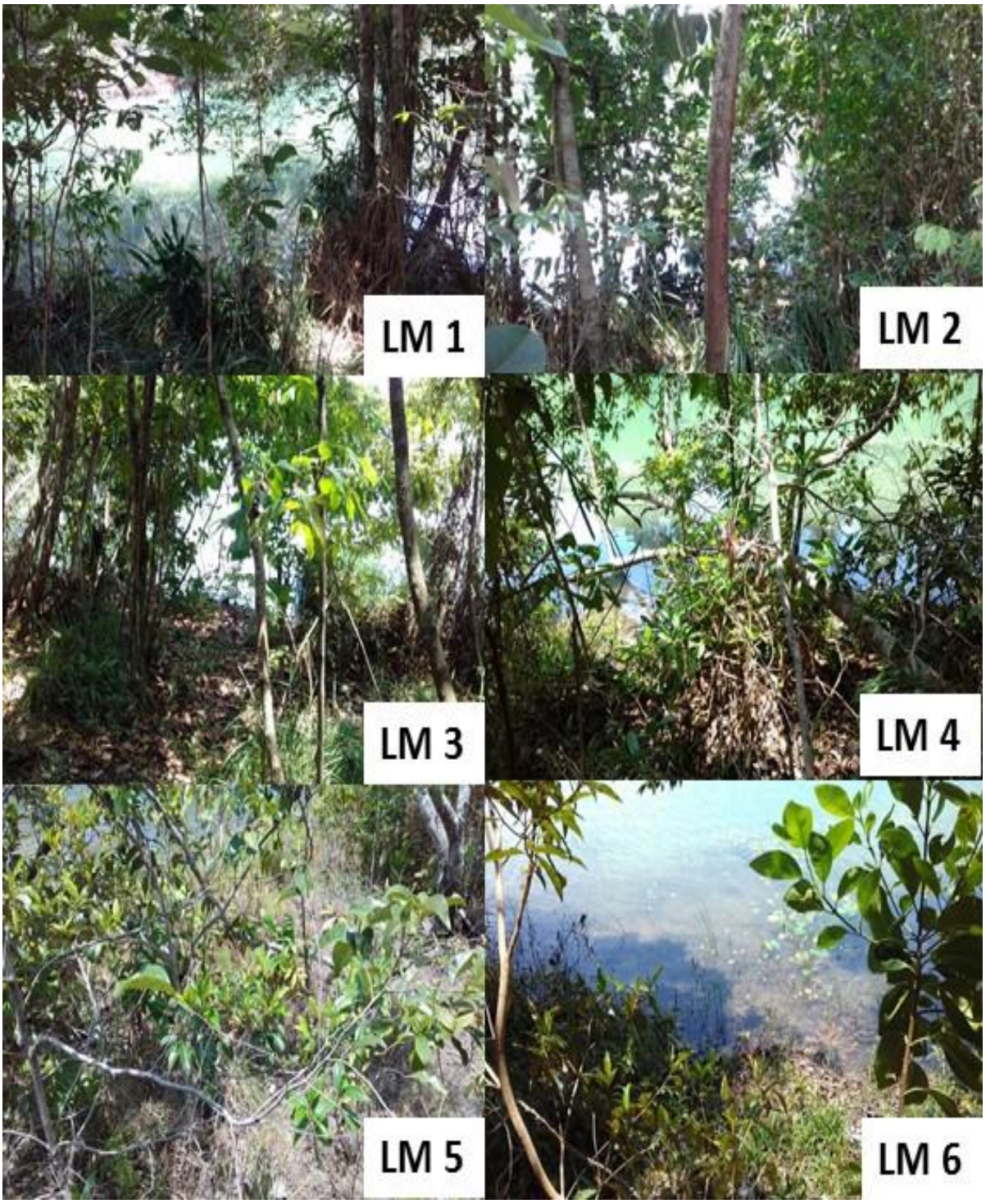
Fonte: Google Earth, 2017.

3.2 COLETA DO MATERIAL

Foram realizadas seis coletas de folhas submersas em decomposição, em seis pontos (Figuras 3 e 4) definidos em cada área de estudo durante o período de agosto/2016 a setembro /2017. Dessa forma, foram analisadas 12 amostras por coleta, totalizando 72 amostras no estudo. Em cada ponto foram coletadas em torno de 8-10 folhas submersas. Foram seguidos os métodos utilizados por Ingold (1975) e Schoenlein-Crusius e Milanez (1989) na realização das coletas de folhas submersas e no isolamento de hifomicetos de ambientes aquáticos.

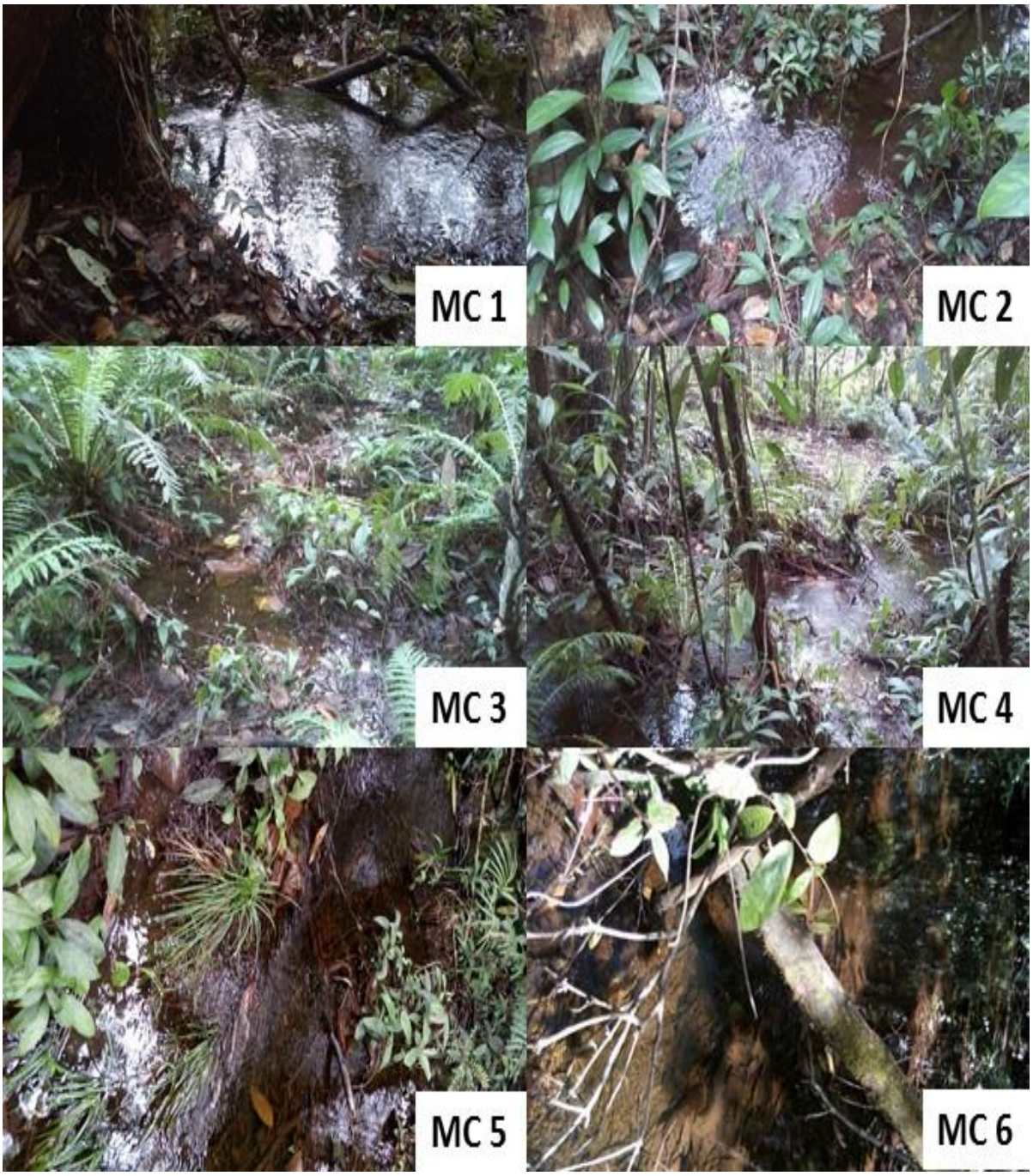
As folhas submersas coletadas foram armazenadas com um pouco de água do local em potes de vidro com tampa, previamente esterilizados, e levadas para o laboratório de Hifomicetos de Folhedo do Departamento de Micologia/Centro de Biociências na Universidade Federal de Pernambuco, onde os potes foram abertos para manutenção da aeração nas amostras para posterior processamento, no dia seguinte à realização da coleta.

Figura 3 - Vista dos pontos de coleta da Lagoa da Mata, PE.



Fonte: Gabriela Silva, 2017.

Figura 4 - Vista dos pontos de coleta da Reserva Biológica Municipal Mata da Chuva, PE.



Fonte: Gabriela Silva, 2017.

3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS, PREPARAÇÃO DE LÂMINAS E IDENTIFICAÇÃO DE HIFOMICETOS DE AMBIENTES AQUÁTICOS

No laboratório, as folhas foram lavadas delicadamente em água corrente, para eliminação do excesso de sedimento e outros detritos do local (Ingold, 1975). Em seguida, as folhas foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm2. Para cada amostra, foram cortados 40 fragmentos, acondicionados em 4 placas de Petri contendo água destilada esterilizada, totalizando 10 fragmentos por placa, que foram incubadas em temperatura ambiente por um período de 4-5 dias (Schoenlein-Crusius e Milanez, 1989; Figura 5). Nos dias seguintes, foram feitas trocas da água das placas com água destilada esterilizada para manutenção da aeração. Os fragmentos de folhas foram montados em lâminas com água destilada com auxílio de uma pinça e foram levados ao microscópio de luz com contraste de fase para observação de estruturas fúngicas como hifas, conidióforos e conídios, necessários para identificação morfológica do fungo. Ao serem visualizadas, as estruturas foram mensuradas e desenhadas ou fotografadas.

Para a identificação dos fungos foram consultadas literaturas especializadas, utilizando-se das características morfológicas (Nilsson, 1964, Matsushima, 1971, Matsushima, 1975, Ingold, 1975, Marvanová, 1997, Seifert et al., 2011).

Após confirmação da presença de estruturas reprodutivas dos fungos nas folhas, foram confeccionadas lâminas semipermanentes, com a adição de ácido lático ao material e seladas com esmalte incolor (Fiuza e Gusmão, 2013), e permanentes, utilizando a resina PVLG - álcool polivinílico acrescido de lactofenol e glicerina (Moreira e Schoenlein-Crusius, 2012), para serem depositadas no Herbário URM. Além disso, fotografias também serão depositadas no INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos, localizados no Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco.

Figura 5 - Processamento das amostras. A. Frascos com folhas em decomposição com um pouco de água do local; B. Lavagem delicada em água corrente; C. Folhas lavadas e separadas para corte dos fragmentos; D. Fragmentos de folha acondicionados em placas

Fonte: Gabriela Silva, 2017.

3.4 ISOLAMENTO DE HIFOMICETOS DE AMBIENTES AQUÁTICOS EM MEIO DE CULTURA

Fragmentos colonizados foram inoculados em placas de Petri contendo meio de cultura extrato de malte a 2% (Marvanová, 2005), V8 e ágar-água. Foram realizadas tentativas de isolamento de duas maneiras, inoculando conídios livres na água destilada da lâmina contendo o fragmento de folha com auxílio de micropipeta de 200 uL e com auxílio de bisturi, inoculando o conidióforo com conídios diretamente no meio de cultura. Após a observação do crescimento do micélio, foram montadas lâminas para visualização das estruturas fúngicas em microscópio.

Após confirmação da espécie, foi realizado o reisolamento para obtenção de culturas puras, que serão utilizadas em análises moleculares e posteriormente depositadas na coleção de fungos filamentosos da Micoteca URM, do Departamento de Micologia do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco.

3.5 EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ERGOSTEROL

O procedimento para a extração de ergosterol foi realizado conforme a técnica publicada por Seitz et al. (1977) com adaptações para as amostras. Foram pesados 2g de folhas maceradas com nitrogênio líquido em tubos grandes de extração e adicionados 10 ml da solução extratora (etanol absoluto + ácido pirogálico). Os tubos foram agitados por 2 horas em agitador orbital e, em seguida, o conteúdo foi transferido para novos tubos que foram então centrifugados a 12.000 g por 10 min a 10°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi transferido para um novo tubo onde foi adicionado 1 ml de KOH 60%, e colocado em banho-maria a 90°C por 30 min. Após esse tempo, foi adicionado 1 ml de água destilada e 4 ml de hexano à cada tubo, seguido de agitação vigorosa e descanso para separação das fases, e remoção da fase hexânica. Em seguida, o fracionamento foi repetido com mais 2 ml de hexano. Os tubos contendo a fase hexânica foram colocados abertos, na capela, sobre uma chapa aquecida para evaporação do hexano. Quando os tubos ficaram secos, foram adicionados 2 ml de metanol em cada tubo seguido de agitação em agitador orbital por ~ 1 hora. Posteriormente, os extratos foram transferidos para tubos de plástico e armazenados em freezer a -20°C.

O ergosterol foi quantificado por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Foram injetados 10µl da amostra no sistema cromatográfico. Metanol foi utilizado como fase móvel a um fluxo de 1ml/min, com uma coluna cromatográfica C18 fase reversa. O ergosterol foi identificado com detector de ultravioleta com comprimento de onda fixado em 282 nm. A quantificação foi realizada a partir da integração da área do pico correspondente ao ergosterol contido na amostra, comparado com a área do pico correspondente ao padrão de ergosterol.

3.6 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

Amostras da água foram coletadas em garrafas plásticas de 500 ml, previamente higienizadas, e conduzidas ao laboratório para aferição do pH e da condutividade elétrica, em alíquotas de 30 ml, utilizando pHmetro de bancada QUIMIS® e condutivímetro de bancada QUIMIS®.

Com um termômetro digital, deixado em contato com a água diretamente no corpo hídrico por 2-3 minutos, a temperatura da água em cada ponto durante a coleta foi aferida e registrada.

Para análise do teor de oxigênio dissolvido, amostras de água foram armazenadas em frascos reagente âmbar. A concentração de oxigênio dissolvido foi determinada pelo método de Winkler modificado (Golterman, 1969).

3.7 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise da comunidade de hifomicetos, a ocorrência de cada táxon foi contabilizada uma vez em cada fragmento, independentemente do número de estruturas reprodutivas visualizadas. No entanto, para análise comparativa com outros estudos, a ocorrência dos taxons também foi registrada uma vez para cada amostra, que corresponde a 40 fragmentos.

Curvas de acumulação de taxons e o estimador de riqueza Bootstrap (Sboot) foram aplicados para cada área indicando o quanto o esforço amostral realizado no estudo foi capaz de revelar a riqueza das áreas. Estas análises foram realizadas com auxílio do programa PRIMER 6.1.13 (Clarke e Gorley, 2006). A densidade de hifomicetos, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker, foram calculadas para cada área usando o programa Past (Hammer; Harper; Ryan, 2001).

Para comparar a similaridade entre os locais de coleta para cada área, foi aplicada a análise de similaridade de Sorensen utilizando o programa Past (Hammer; Harper; Ryan, 2001).

Os dados das variáveis abióticas de cada área foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias geradas foram comparadas usando o teste de Tukey ($p<0,05$) com auxílio do programa ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva, 2014).

A análise de correlação de Pearson foi aplicada com a finalidade de identificar a possível correlação entre a ocorrência de fungos e teor de ergosterol nos folhedos submersos em decomposição referente às áreas e locais e períodos de coleta.

Os dados das variáveis abióticas, frequência de ocorrência de hifomicetos e concentrações de ergosterol foram submetidos à análise de componentes principais visando verificar se existe alguma estrutura nas comunidades de fungos do folhedo submerso e quais as variáveis que mais contribuem para a estrutura detectada.

3.8 PARAMÊTROS CLIMÁTICOS

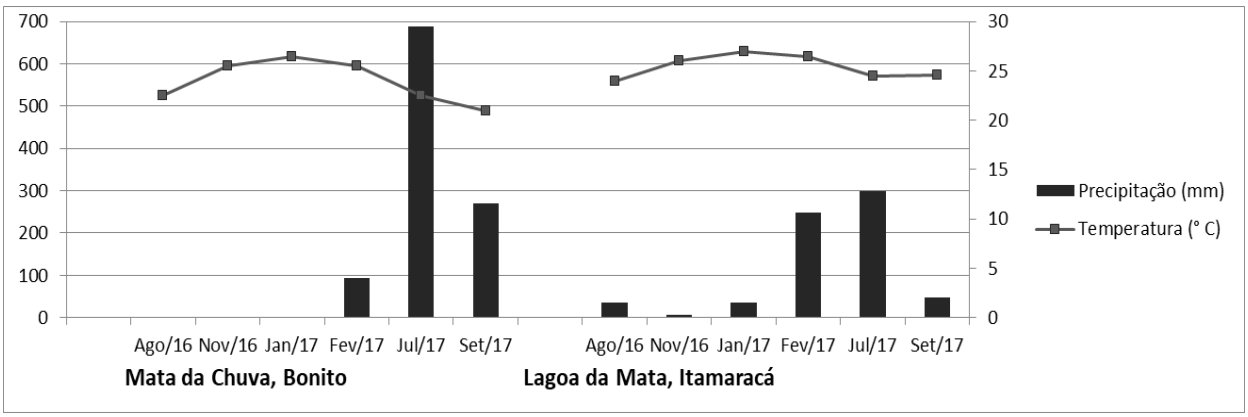
Os dados de pluviosidade das áreas estudadas foram obtidos por meio da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC). No entanto, os dados do município de Bonito – PE foram registrados na Fazenda Vila Bela e os dados climáticos divulgados podem não corresponder ao município como um todo.

4 RESULTADOS

4.1 PARAMÊTROS CLIMÁTICOS

Nos municípios de Bonito – PE e Ilha de Itamaracá - PE, houve maiores níveis de pluviosidade nas coletas realizadas no mês de Julho de 2017. Nas três primeiras coletas não houve registros de chuva no munícipio de Bonito, enquanto que na Ilha de Itamaracá houve precipitação, porém com menor nível comparado aos demais meses de coleta na área. Segundo os registros da Agência Pernambucana de águas e Climas (APAC), no mês de Julho os índices de pluviosidade foram mais elevados, comparado aos demais meses de coleta. Na REBIOmu Mata da Chuva a média de chuva neste mês superou a Lagoa da Mata (Gráfico 1). A menor temperatura média do ar foi registrada na coleta de agosto de 2016 na Lagoa da Mata (Itamaracá, PE) e na coleta de setembro de 2017 no córrego da Mata da Chuva (Bonito, PE). As maiores temperaturas do ar foram registradas no mês de janeiro de 2017 em ambas as áreas. Em todos os meses de coleta as temperaturas do ar em Bonito foram menores que as da Lagoa da Mata, mesmo que com poucas diferenças (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Precipitação total mensal e temperatura média do ar nos municípios de Bonito –PE e Ilha de Itamaracá -PE de agosto de 2016 a setembro de 2017.



Fonte: APAC e Gabriela Silva, 2018.

4.2 OCORRÊNCIA DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS

Com as seis coletas realizadas nas duas áreas de estudo, foram identificados um total de 23 taxons de hifomicetos em 1.440 fragmentos analisados de cada área, totalizando 2.880 fragmentos no estudo. Dos grupos biológicos inseridos nos hifomicetos, foram identificados 11 taxons de fungos ingoldianos (Anguillospora sp., Articulospora tetracladia Ingold , Blodgettia indica Subram., Colispora curvata Nawawi & Kuthub. Flagellospora sp., Ingoldiella hamata D.E. Shaw, Lunulospora curvula Ingold, Pyramidospora sp., Triscelophorus acuminatus Nawawi, Triscelophorus magnificus R.H. Petersen, Triscelophorus monosporus Ingold), sete taxons pertencentes ao grupo dos hifomicetos lignícolas (Beltrania rhombica Penz, Beltrania sp., Cryptophiale kakombensis Piroz., Cryptophiale udagawae Piroz. & Ichinoe, Endophragmiella sp., Sporidesmiella sp., Verticicladus amazonensis Matsush. e quatro taxons de hifomicetos aeroaquáticos (Xylomyces acerosisporus M.S. Oliveira, Malosso & R.F. Castañeda, Xylomyces aquaticus (Dudka) K.D. Hyde & Goh e Xylomyces giganteus Goh, W.H. Ho, K.D. Hyde e K.M. Tsui e Xylomyces sp.; Tabela 1).

Alguns desses taxons foram identificados ao nível de gênero, sendo eles: Anguillospora sp., Codinea sp., Flagellospora sp., Pyramidospora sp., Beltrania sp., Endophragmiella sp., Sporidesmiella sp. e Xylomyces sp. (Tabela 1).

Na Lagoa da Mata, foram identificados 13 taxons de hifomicetos resultando em 259 ocorrências. Na REBIOmu Mata da Chuva, 20 taxons de hifomicetos foram identificados com ocorrência superior ao da Lagoa da Mata, totalizando 436 ocorrências. Na REBIOmu Mata da Chuva, os taxons que mais ocorreram foram T. monosporus, T. acuminatus e C. curvata, com 142, 75 e 58 ocorrências, respectivamente. Na Lagoa da Mata, as espécies mais representativas foram X. acerosisporus (83 ocorrências), T. acuminatus (66 ocorrências) e T. monosporus (38 ocorrências; Tabela 1).

Cinco taxons foram menos representativos com apenas uma ocorrência, sendo eles: A. tetracladia, L. curvula, Beltrania sp., Codinea sp., e C. kakombensis. Dentre os taxons registrados no estudo, alguns ocorreram em apenas uma área de coleta. Articulospora tetracladia, L. curvula e V. amazonensis foram detectados apenas na Lagoa da Mata. Anguillospora sp., Beltrania sp., B. indica, Codinea sp., C. kakombensis, C. udagawae,

Endophragmiella sp., Sporidesmiella sp., I. hamata e X. aquaticus foram detectados apenas na REBIOmu Mata da Chuva (Tabela 1).

Tabela 1 - Ocorrência de hifomicetos aquáticos em seis coletas em duas áreas (Lagoa da Mata e REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco) em seis pontos de coleta.

Taxons/Local	**Lagoa da Mata - Ilha de Itamaracá**							**REBIOmu Mata da Chuva- Bonito**							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	**TOTAL**	M1	M2	M3	M4	M5	M6	**TOTAL**	**T.G.**
Anguillospora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11	0	9	10	36	36
Articulospora tetracladia	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Beltrania rhombica	0	0	0	2	0	1	3	6	9	1	2	0	4	22	25
Beltrania sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Blodgettia indica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2
Codinea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Colispora curvata	16	0	2	0	0	2	20	30	2	10	0	14	2	58	78
Cryptophiale kakombensis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Cryptophiale udagawae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2
Endophragmiella sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	3	8	8
Flagellospora sp.	0	1	0	1	1	0	3	0	1	3	0	0	0	4	7
Ingoldiella hamata	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2
Lunulospora curvula	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Pyramidospora sp.	3	0	0	4	8	0	15	0	2	0	0	0	0	2	17
Sporidesmiella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	10
Triscelophorus acuminatus	21	9	0	21	2	13	66	12	20	6	26	10	1	75	141
Triscelophorus magnificus	0	0	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	0	4	5
Triscelophorus monosporus	10	6	2	9	11	0	38	45	28	20	29	14	6	142	180
Verticicladus amazonensis	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	7
Xylomyces acerosisporus	30	12	15	5	20	0	82	20	15	10	2	0	0	47	129
Xylomyces aquaticus	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	7	0	2	17	17
Xylomyces giganteus	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2

Xylomyces sp.	6	0	4	0	10	0	20	1	0	0	0	0	0	1	21
Ocorrência	86	28	24	43	52	25	258	123	92	66	77	50	28	436	694

Fonte: Gabriela Silva, 2017. TG: total geral

4.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DOS HIFOMICETOS AQUÁTICOS

Em comparação das seis coletas analisadas na REBIOmu Mata da Chuva e na Lagoa da Mata, a coleta que apresentou maior riqueza em ambas as áreas foi a coleta 6 (setembro/2017), com 11 e 8 taxons, respectivamente. A menor riqueza de taxons para o córrego da Mata da Chuva foi verificada na coleta 4 (abril/2017), enquanto que na outra área de estudo foi registrada na coleta 2 (novembro/2016). Em todas as coletas a Lagoa da Mata apresentou menor valores de riqueza, comparado com a REBIOmu Mata da Chuva. O índice de riqueza na Lagoa apresentou variação entre as coletas de 2 a 8 taxons encontrados. No córrego esse índice variou de 2 a 11 (Tabela 2).

A maior densidade de fungos da REBIOmu Mata da Chuva foi na coleta 3 (janeiro/2017), enquanto que na Lagoa da Mata foi na coleta 6 (setembro/2017). A menor densidade para ambas as áreas de estudo foi verificada na coleta 2 (novembro/2017). Apenas nas coletas 4 e 6 (abril/2017 e setembro/2017) a Lagoa da Mata apresentou densidade maior que a encontrada na REBIOmu Mata da Chuva (Tabela 2).

Quanto ao índice de diversidade nas áreas estudadas, destacou-se o período da coleta 5 (julho/2017), em que tanto na REBIOmu Mata da Chuva, quanto na Lagoa da Mata foram verificadas as maiores diversidades (2,05 e 1,45). O menor valor desse índice para a REBIOmu Mata da Chuva foi verificado na coleta 4 (abril/2017), em contrapartida na Lagoa da Mata foi na coleta 2 (novembro/2016) em que foi registrado a menor diversidade (Tabela 2).

Quanto ao índice de equitabilidade das coletas da REBIOmu Mata da Chuva, destacaram-se a quarta, terceira e a quinta coleta (abril/2017, janeiro/2017 e julho/2017) pois apresentaram maiores índices de equitabilidade (1, 0,82 e 0,89). Na Lagoa da Mata, nas coletas 1, 3, 5 e 6 (agosto/2016, janeiro/2017, julho/2017 e setembro/2017) esse índice obteve valor máximo, que corresponde a 1. Desse modo, a distribuição dos indivíduos entre as espécies encontradas apresentou-se mais uniforme. Os menores valores de equitabilidade das áreas ocorreram na segunda coleta para a lagoa (0) e na primeira coleta para o córrego (0,5). Em contrapartida, foram nas coletas em que a equitabilidade foi menor nas áreas que foram registrados os maiores índices de dominância (0,64 para o córrego e 0,91 para a lagoa).

Tabela 2 - Riqueza de Espécies, Densidade, Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (J) e Dominância de Berger-Parker de taxons de hifomicetos aquáticos em cada coleta na Mata da Chuva e na Lagoa da Mata.

Índices Ecológicos	Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3		Coleta 4		Coleta 5		Coleta 6	
	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata	REBIOmu Mata da Chuva	Lagoa da Mata
Riqueza (S)	8	5	5	2	6	5	2	5	10	6	11	8
Densidade	81	34	23	11	115	37	25	35	98	22	94	120
Diversidade (H')	1,05	1,42	1,13	0,3	1,48	1,11	0,69	1,13	2,05	1,45	1,78	1,41
Equitabilidade (J)	0,5	1	0,7	0	0,82	1	1	0,7	0,89	1	0,74	1
Dominância (d)	0,64	0,35	0,43	0,91	0,31	0,62	0,52	0,48	0,2	0,36	0,34	0,51

Fonte: Gabriela Silva, 2018.

As áreas apresentaram diferença significativa nos índices de riqueza, assim, a REBIOmu Mata da Chuva apresentou maior riqueza (20), comparado à Lagoa da Mata (13); o mesmo ocorreu com a diversidade (REBIOmu Mata da Chuva com 2,07 e Lagoa da Mata com 1,84). No entanto, nos índices de equitabilidade e dominância não houve diferença significativa entre as áreas de estudo (Tabela 3).

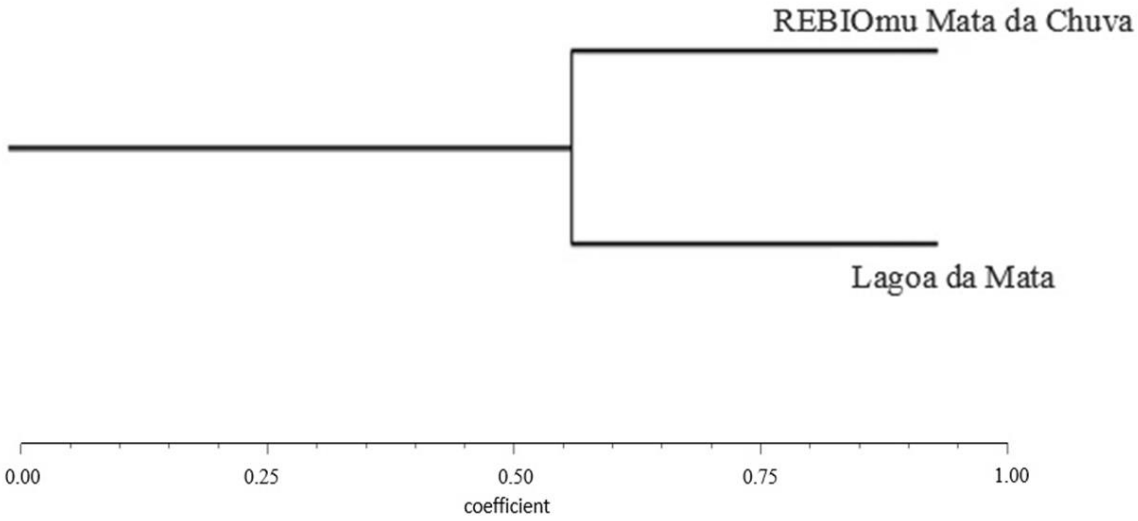
Tabela 3 - Riqueza de Espécies, Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielo (J') e Dominância de Berger-Parker de fungos nas áreas de estudo (REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco).

Índices Ecológicos	**[1]REBIOm Mata da Chuva**	**[1]Lagoa da Mata**	***[2]Boot p(eq)***
Riqueza (S)	20	13	0,05
Diversidade (H')	2,07	1,84	0,008
Equitabilidade (J')	0,70	0,72	0,54
Dominância (d)	0,33	0,32	0,93

[1] Áreas de coleta.
[2] *Boot p(eq):* probabilidade de ter igual diversidade (*probability of having equal diversities*). Se *p(eq)* for maior que 0.05, não há diferença significativa.
Fonte: Gabriela Silva, 2018.

As comunidades de hifomicetos aquáticos nas áreas REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata apresentaram 60% de semelhança de acordo com o índice de similaridade de Sörensen (Gráfico 2).

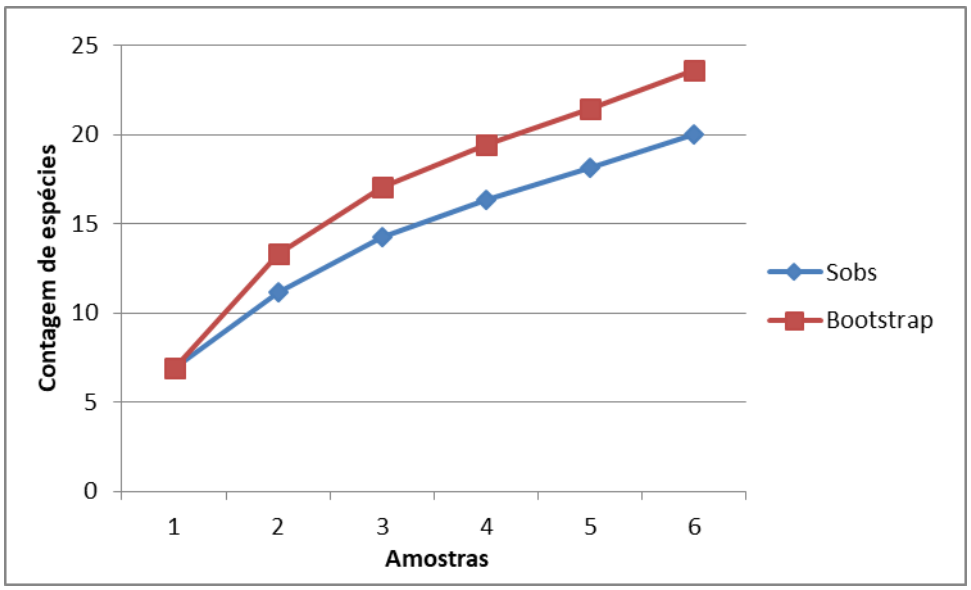
Gráfico 2 - Dendrograma de Similaridade de Sörensen obtidos para as comparações entre as micotas nas áreas de coleta REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco.



Fonte: Gabriela Silva, 2018.

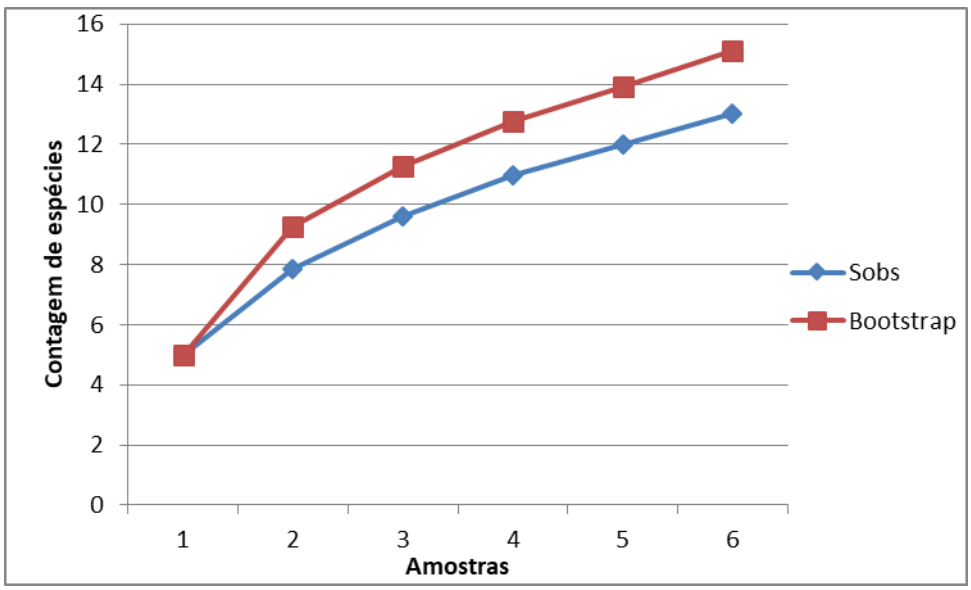
A curva de acumulação para a REBIOmu Mata da Chuva estimou que a riqueza máxima de espécies de hifomicetos a ser encontrada é 23, e no estudo foram encontradas 20 espécies de hifomicetos (Gráfico 3). Com isso, 83,33 % dos taxons estimados para a área de estudo foram encontrados. Na Lagoa da Mata o valor máximo estimado de riqueza é 15, e no estudo da área o valor encontrado de taxons foi 13. Logo, 86,67 % dos taxons estimados para a Lagoa foram encontrados no presente estudo (Gráfico 4).

Gráfico 3 - Curva de acumulação de taxons de hifomicetos em folhedo submerso na REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco (linha azul - Sobs) e as estimativas de riqueza do estimador não-paramétrico Bootstrap (linha vermelha). Sobs: riqueza observada.



Fonte: Gabriela Silva, 2018.

Gráfico 4 - Curva de acumulação de taxons de hifomicetos em folhedo submerso na Lagoa da Mata, Pernambuco (linha azul - Sobs) e as estimativas de riqueza do estimador não-paramétrico Bootstrap (linha vermelha). Sobs: riqueza observada.

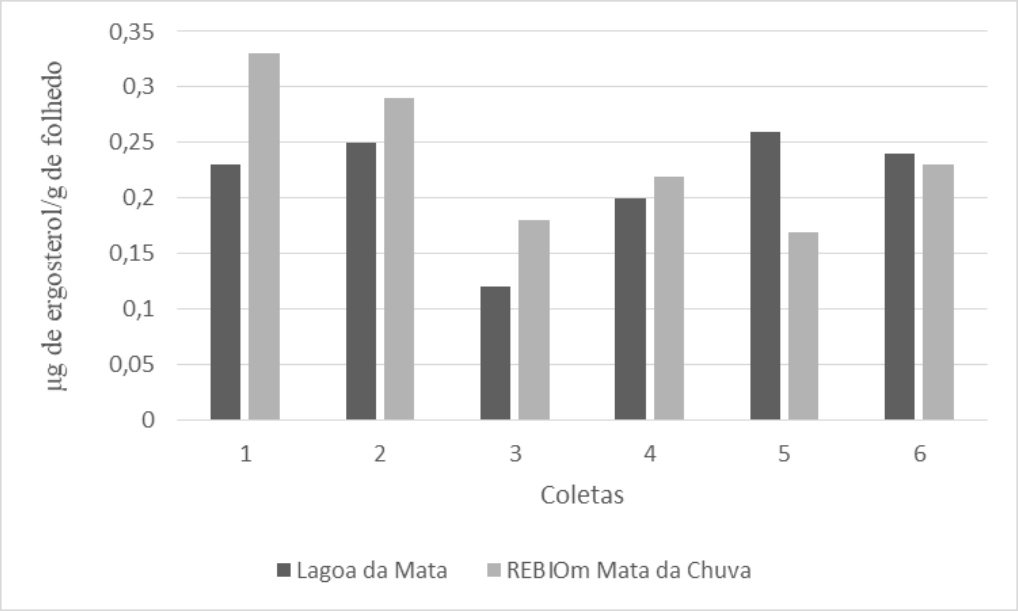


Fonte: Gabriela Silva, 2018.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA

As concentrações de ergosterol são apresentadas pelas médias obtidas das amostras de cada local de coleta em ambas as áreas. Os teores desse esterol apresentaram, em média, pouca diferença entre as coletas nas diferentes áreas. As amostras de folhedo submerso coletadas na REBIOmu Mata da Chuva que apresentaram maiores teores de ergosterol foram obtidas nas primeiras quatro coletas, realizadas nos meses de agosto/2016, novembro/2016, janeiro/2017 e abril/2017, com 0,33, 0,29, 0,18 e 0,22 µg/g, respectivamente. Nas coletas 5 e 6 (julho/2017 e setembro/2017) as amostras da Lagoa da Mata apresentaram maiores concentrações (0,26 e 0,24 µg/g). Para a Lagoa da Mata, a menor média de concentração do ergosterol foi registrada na coleta de janeiro/2017 (0,12 µg/g), enquanto que na outra área estudada, a menor concentração foi observada na coleta de julho de 2017 (0,17 µg/g). As maiores concentrações para as áreas foram detectadas nas coletas 5 (para a lagoa, com 0.26 µg/g) e 1 (para o córrego, com 0.33 µg/g; Gráfico 5).

Gráfico 5 - Média da concentração bruta do ergosterol no folhedo das áreas da REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco, por coletas.



Fonte: Gabriela Silva, 2018.

A análise de correlação de Pearson foi realizada com a finalidade de identificar a correlação entre a ocorrência dos fungos e a concentração de ergosterol no folhedo submerso em decomposição nas áreas do presente estudo. A partir de tal análise foi verificado que para a Lagoa da Mata não houve correlação entre as duas variáveis, visto que o valor encontrado encontra-se próximo de zero (Tabela 4). Para a REBIOmu Mata da Chuva, a correlação encontrada foi negativa, logo, houve um comportamento inverso que ocorre quando uma variável aumenta, a outra diminui (Tabela 5).

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre as variáveis: média de ergosterol e ocorrência de hifomicetos em folhedo submerso coletado na Lagoa da Mata, Pernambuco.

Lagoa da Mata			
Coletas	Concentração de ergosterol	Ocorrência de Hifomicetos	
1	0.23	34	
2	0.25	11	
3	0.12	37	
4	0.20	35	
5	0.26	22	
6	0.24	120	0.04

Se $r = 0$, não existe relação entre as duas variáveis. Valores mais próximos a 1 indicam uma correlação perfeita entre as duas variáveis. $r = -1$ significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis. Fonte: Gabriela Silva, 2018.

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre as variáveis: média de ergosterol e ocorrência de hifomicetos em folhedo submerso coletado na REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco.

REBIOmu Mata da Chuva			
Coletas	Concentração de ergosterol	Ocorrência de Hifomicetos	
1	0.33	81	
2	0.29	23	
3	0.18	115	
4	0.22	25	
5	0.17	98	
6	0.23	94	-0.43

Se *r* = 0, não existe relação entre as duas variáveis. Valores mais próximos a 1 indicam uma correlação perfeita entre as duas variáveis. *r* = -1 significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis. Fonte: Gabriela Silva, 2018.

4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

As variáveis analisadas foram potencial hidrogênionico (pH), condutividade elétrica (CE), temperatura e concentração de oxigênio dissolvido na água. Cada variável de cada área foi avaliada separadamente no programa estatístico. Os valores correspondem às médias de todas as coletas nos pontos.

Nos pontos de coleta da Lagoa da Mata não houve variação significativa do pH (Tabela 6). Já as médias do pH nos pontos de coleta da REBIOmu Mata da Chuva variaram significativamente (Tabela 7). Com os resultados pode-se observar que o pH da REBIOmu Mata da Chuva, em todos os pontos manteve-se com um grau de acidez, enquanto que na Lagoa da Mata alguns pontos se aproximaram mais da neutralidade.

A condutividade elétrica (CE) não diferiu significativamente entre os pontos de coleta nas duas áreas (Tabelas 6 e 7). Na Lagoa da Mata a amplitude de variação foi de 2,37µS/cm-^{1}, enquanto que na REBIOmu Mata da Chuva a CE variou de 34,72 a 37,05 µS/cm-^{1}.

A temperatura em ambas as áreas de estudo não apresentou variação significativa entre os seis pontos estabelecidos para coleta de amostras de água. A amplitude de variação no córrego da REBIOmu Mata da Chuva foi de apenas 0.3 ° C (Tabela 7) e na Lagoa da Mata foi de 1 ° C (Tabela 6).

Os níveis de oxigênio dissolvido na água da Lagoa da Mata não diferiram estatisticamente entre os pontos, com amplitude de variação de 7,35 mg/L-1 O_2 (Tabela 6). O mesmo ocorreu na REBIOmu Mata da Chuva, onde a amplitude de variação foi de 9.06 mg/L-1 O_2 (Tabela 7).

Tabela 6 - Variáveis físicas e químicas da água coletadas em seis pontos (LM 1, LM 2, LM 3, LM 4, LM 5, LM 6) na Lagoa da Mata, Pernambuco, em seis coletas.

PONTOS DE COLETA	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm-1)	Temperatura da água (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L-1 O2)
LM 1	6,73 a	105,71 a	29,16 a	19,76 a
LM 2	6,47 a	105,31 a	29,16 a	16,80 a
LM 3	6,48 a	106,03 a	29,83 a	13,95 a
LM 4	6,36 a	105,18 a	29,66 a	20,58 a
LM 5	6,46 a	103,66 a	30,16 a	21,30 a
LM 6	6,47 a	104,90 a	30,16 a	17,83 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
Fonte: Gabriela Silva, 2017.

Tabela 7 - Variáveis físicas e químicas da água coletadas em seis pontos (MC 1, MC, 2, MC 3, MC 4, MC 5, MC 6) no córrego da REBIOmu Mata da Chuva, Pernambuco, em seis coletas.

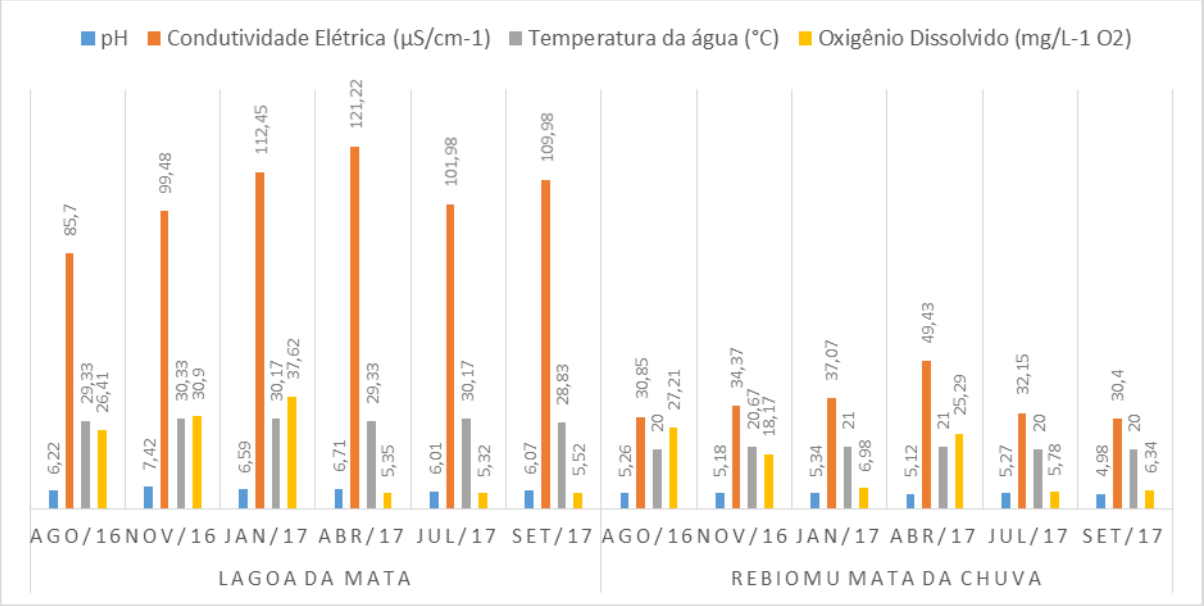
PONTOS DE COLETA	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm-1)	Temperatura da água (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L-1 O2)
MC 1	5,07 bc	34,72 a	20,5 a	13.90 a
MC 2	5,04 c	34,78 a	20,3 a	11.61 a
MC 3	5,09 bc	35,90 a	20,3 a	12.89 a
MC 4	5,15 abc	35,26 a	20,3 a	13.31 a
MC 5	5,39 a	36,55 a	20,5 a	20.67 a
MC 6	5,34 ab	37,05 a	20,6 a	17.32 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
Fonte: Gabriela Silva, 2017.

O pH variou pouco entre os períodos de coleta da Lagoa da Mata. O menor valor dessa variável na área ocorreu na coleta de julho de 2017 e o maior pH foi verificado no período da coleta de novembro de 2016. Na REBIOmu Mata da Chuva, a variação do pH foi de 4,98 e 5,34 (setembro/2017 e janeiro/2017). A condutividade elétrica na lagoa manteve-se menor na coleta de agosto de 2016 e maior na quarta coleta (abril/2017). No córrego a amplitude de variação da CE foi de 19,03 µS/cm-^{1}, onde a maior CE foi

registrada na coleta de abril de 2017 e a menor em setembro de 2017. Na temperatura da Lagoa da Mata a amplitude de variação foi de 1,5 ° C, enquanto que no córrego da Mata da Chuva foi de 1 ° C. Os teores de oxigênio dissolvido na Lagoa da Mata apresentaram significativa variação entre os períodos de coleta. A coleta de janeiro de 2017 apresentou maior teor de OD e a coleta de julho de 2017 apresentou menor valor dessa variável. Na REBIOmu Mata da Chuva os teores de OD também apresentaram significativa variação, destacando-se a coleta do mês de agosto de 2016 com maior teor de OD e julho de 2017 com menor valor (Gráfico 6).

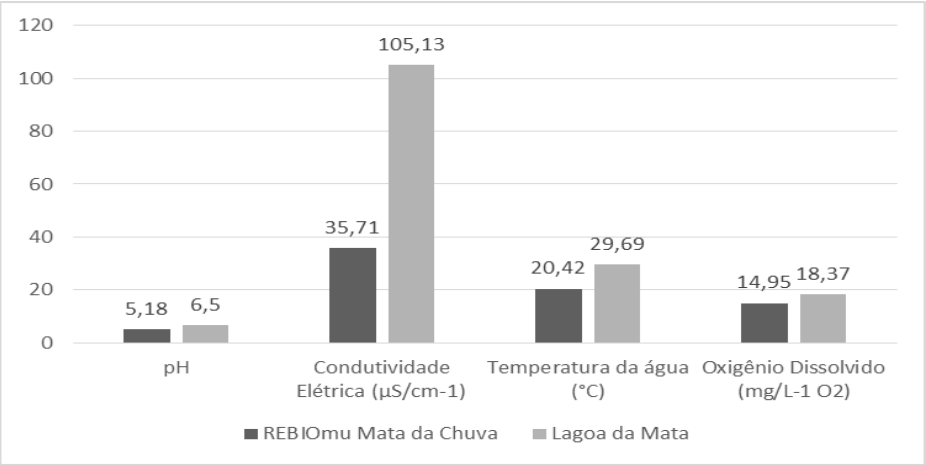
Gráfico 6 - Média das variáveis físicas e químicas de todos os pontos das áreas (REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata, Pernambuco) nos períodos das coletas.



Fonte: Gabriela Silva, 2018.

De modo geral, foram verificadas diferenças significativas em algumas variáveis nas áreas de estudo. A amplitude de variação nos valores de pH foi de 1,32, sendo na Lagoa da Mata o maior valor registrado de pH. Foi na condutividade elétrica a maior variação entre as áreas, com a Lagoa apresentando CE de 105,13 µS/cm-^{1}, enquanto que no córrego da Mata da Chuva a média global de CE foi de 35,71 µS/cm-^{1}, ou seja variou 69,42 µS/cm-^{1} entre as áreas (Gráfico 7). A temperatura da água variou 9,27°C entre as áreas. Os teores de oxigênio dissolvido variaram 3,4 mg/L-1 O_2 entre a lagoa e o córrego.

Gráfico 7 - Pernambuco. Média global das variáveis físicas e químicas da água na REBIOmu Mata da Chuva e Lagoa da Mata.

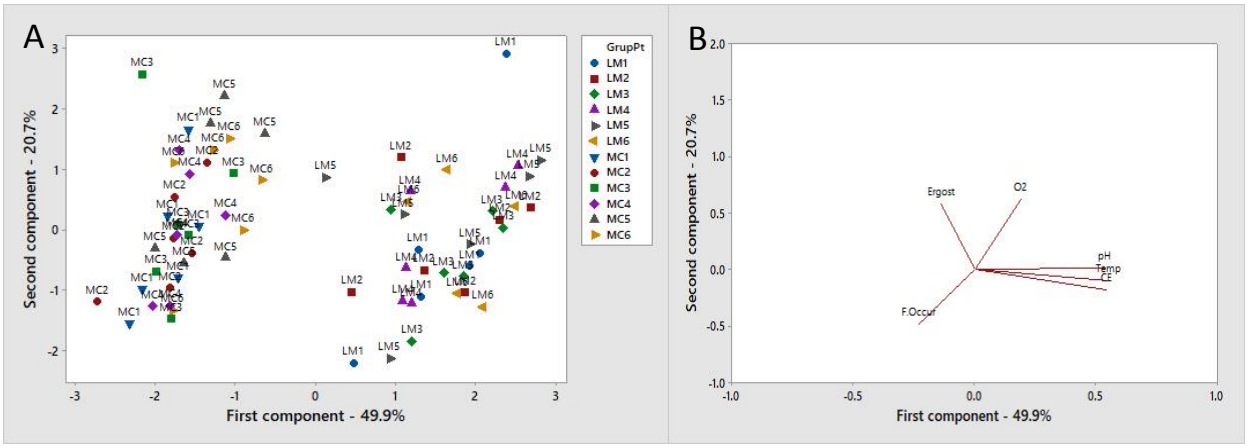


Fonte: Gabriela Silva, 2018.

4.6 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE HIFOMICETOS AQUÁTICOS

Em uma análise multivariada de componentes principais (Gráfico 8) com as variáveis frequência de ocorrência, concentração de ergosterol, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura, observou-se que as duas primeiras componentes explicaram 70% da variância, separando as duas áreas de estudo na direção da primeira componente (eixo X), sendo que a CE foi uma das variáveis que contribuiu para essa separação, juntamente com pH e temperatura, com vetores equivalentes.

Gráfico 8 - Comparação das variáveis abióticas, ocorrência de hifomicetos e teores de ergosterol nas amostras de folhedo na Lagoa da Mata e Mata da Chuva. A - Escores da primeira e segunda componentes; B - carga vetorial. 70% da variância dos dados.



Fonte: Gabriela Silva, 2018.

Com base nas variáveis incluídas na pesquisa, não se constatou uma estrutura definida para essas comunidades no que se refere aos pontos de coleta ou às datas em que as amostragens foram conduzidas.

5 DISCUSSÃO

5.1 ECOLOGIA DE HIFOMICETOS

5.1.1 Riqueza e ocorrência de hifomicetos em áreas de Mata Atlântica

Agrupando todos os fragmentos analisados em amostras, totalizam-se 72 amostras em todo o estudo. Desse modo, foram registradas 87 ocorrências de taxons de hifomicetos, sendo 34 ocorrências em amostras da Lagoa da Mata e 53 na REBIOmu Mata da Chuva. Comparando os resultados obtidos aos encontrados em outro estudo na Mata Atlântica de Pernambuco (Oliveira, 2016), o presente trabalho apresentou baixa riqueza e baixa ocorrência de taxons.

O maior índice de riqueza foi verificado no córrego, que corresponde a um ambiente lótico de turbulência moderada e com águas limpas, logo, com características que favorecem o desenvolvimento desses fungos (Ingold, 1975; Suresha et al., 2013). No entanto, mesmo os ambientes lênticos não possuindo tais características, também foi possível verificar uma considerável presença dos hifomicetos nas amostras coletadas nessa área. Tais resultados podem indicar que para algumas espécies não é relevante o critério turbulência no corpo d`água para que se desenvolvam e produzam conídios (L. curvula, por exemplo), enquanto que para outras espécies (X. aquaticus, por exemplo) a turbulência parece ser muito importante.

Estudos comparativos realizados também puderam verificar a presença dos hifomicetos aquáticos tanto em corpos d'água lóticos quanto em lênticos, corroborando os resultados encontrados no presente estudo. Malosso (1999) realizou o primeiro estudo comparativo de sistemas lótico e lêntico em um levantamento de hifomicetos na Represa do Guarapiranga (sistema lêntico) e no continuum dos rios do Monjolinho e Jacaré-Guaçú (sistema lótico). A maior riqueza e ocorrência de taxons foi encontrada no ambiente lótico, comparado ao ambiente lêntico.

Alguns taxons dentre os registrados foram comuns aos dois ambientes estudados. Em estudos em dois lagos (sistemas lênticos) e em dois locais do córrego do Sapateiro (sistema lótico) no Parque Municipal do Ibirapuera (São Paulo, SP, Brasil) foi possível observar que em um dos lagos estudados foi identificado mais taxons de hifomicetos do que no córrego. Isso pode estar relacionado com o fato de um dos locais

estabelecidos para a coleta no córrego estar localizado em uma área em que a água ainda não havia passado por tratamento (Schoenlein-Crusius et al., 2014). Esses resultados mostram que para alguns taxons a presença/ausência de turbulência na água não teve significativa relevância, porém um ambiente com água limpa para o desenvolvimento de alguns taxons de fungos mostrou-se importante, muito embora a presença dos hifomicetos aquáticos também tenha sido observada em ambientes eutrofizados (Moreira, 2006; Schoenlein-Crusius, Moreira e Bicudo, 2009).

Neste estudo, a área que forneceu um ambiente com as duas características mencionadas anteriormente para o desenvolvimento dos fungos, corpo hídrico com turbulência e água limpa, foi o córrego da Mata da Chuva, o que justifica a maior presença dos hifomicetos nessa área, comparado ao outro ambiente estudado.

Dentre os grupos biológicos inseridos nos hifomicetos houve maior riqueza de taxons de fungos ingoldianos. Tais resultados estão diretamente associados a metodologia aplicada no estudo (técnica de submersão dos fragmentos) e essa relação foi evidenciada em outros trabalhos que utilizaram a mesma técnica (Malosso, 1999; Schoenlein-Crusius, Moreira e Bicudo, 2009; Schoenlein-Crusius et al., 2014; Schoenlein-Crusius, Moreira e Gomes, 2015; Oliveira, 2016). Em outros estudos com folhas submersas em decomposição, a técnica de câmara úmida foi aplicada e nestes estudos foi verificado um elevado número de taxons de hifomicetos aquáticos facultativos (Almeida, Barbosa e Gusmão, 2012; Barbosa, 2013; Monteiro, 2014; Silva, Izabel e Gusmão, 2014).

Na REBIOmu, os taxons que mais ocorreram foram T. monosporus, T. acuminatus e C. curvata. Na Lagoa da Mata, as espécies mais representativas foram X. acerosisporus, T. acuminatus e T. monosporus. Tais resultados permitem ressaltar que espécies do gênero Triscelophorus não foram limitadas pela presença ou ausência de fluxo de água nos corpos hídricos. O mesmo pode ser observado nos trabalhos de Schoenlein-Crusius et al. (2014), Schoenlein-Crusius, Moreira e Bicudo (2009) e Schoenlein-Crusius, Moreira e Gomes (2015) em que mesmo nos locais de coleta de sistemas lênticos, espécies deste gênero puderam ser observadas com numerosas ocorrências, mostrando uma alta representatividade. Oliveira (2016) estudou ambientes com sistemas lóticos e os taxons T. monosporus e C. curvata também estiveram entre os taxons mais representativos em ambas as áreas de coleta.

5.1.2 Índices ecológicos aplicados aos hifomicetos aquáticos

No presente estudo, os índices de riqueza e diversidade do córrego da Mata da Chuva apresentaram valores mais elevados que os obtidos na Lagoa da Mata. Os índices de equitabilidade e dominância não apresentaram diferenças significativas entre as áreas de estudo, indicando boa distribuição do número de indivíduos entre os taxons detectados e ausência de espécie dominante neste nicho. Como observado nesta pesquisa, diversos fatores diferenciam as áreas estudadas e estes, por sua vez, influenciam a diversidade nas áreas. De acordo com Graça, Hyde e Chauvet (2016) a comunidade dos hifomicetos aquáticos tem sua diversidade e abundância variando de acordo com os tipos de corpos hídricos. Além disso, a diversidade de espécies é menor em ambientes aquáticos tropicais e subtropicais, quando comparada com ambientes de regiões temperadas. Além da influência do tipo do corpo hídrico e do clima sobre a diversidade de fungos, outros fatores também podem alterar esse índice ecológico, como as estações do ano (seca e úmida) e o tipo de substrato (Moreira, 2011; Ghate; Sridhar, 2016).

Embora as áreas de estudo apresentem características distintas entre si, a similaridade da comunidade de hifomicetos entre as duas áreas foi de 60%. Entre os locais de coleta de cada área houve variação entre as micotas. Na pesquisa realizada por Schoenlein-Crusius et al. (2014) em ambientes lóticos e lênticos, foi verificada a similaridade das micotas entre as áreas de coleta. E assim como no presente estudo, mesmo com nível de turbulência distintos entre as áreas, houve percentuais de similaridade altos entre elas com relação à comunidade dos fungos ingoldianos, no entanto, essa similaridade foi menor que a verificada no presente estudo. Assim, entende-se que as diferenças entre as áreas, mencionadas anteriormente, influenciam menos a comunidade de hifomicetos do que as semelhanças como as vegetações típicas do bioma (Mata Atlântica) e o mesmo clima (tropical úmido).

A riqueza de espécies de um ambiente pode ser determinada pelo número de taxons diretamente detectados, mas também pode ser inferida utilizando um estimador que usa os dados registrados para propor o total de espécies esperado para aquele ambiente. O estimador utilizado neste estudo (Bootstrap-Sboot) deu origem a uma curva teórica baseada na curva de acumulação empírica para cada área de estudo expressando

a riqueza de espécies de hifomicetos esperada no folhedo submerso. A diferença entre a curva observada e a esperada indica um bom esforço amostral no estudo, embora não tenha havido uma alta riqueza de taxons de hifomicetos. Para a lagoa, o bom esforço amostral alcançado pode estar relacionado com a limitação do corpo hídrico, pois, por se tratar de um sistema fechado, sem fluxo de água, tem menos variedade de substratos e menos imigração de propágulos dos fungos carregados pela água, limitando a diversidade da comunidade de fungos. No entanto, os dados (atuais e da literatura) ainda são insuficientes para confirmar essa suposição. Shearer et al. (2015) e Oliveira (2016), registraram maior diversidade de taxons com menor esforço de amostragem do que os empregados neste trabalho, indicando que as comunidades de fungos podem ser mais ricas e complexa em alguns locais como os que apresentam corpo hídrico com sistema aberto, com turbulência moderada e fluxo de água contínuo.

Correlacionando os dados bióticos e abióticos obtidos com os períodos em que foram realizadas as coletas, o maior o índice de diversidade foi registrado no período de coleta em que houve maior precipitação mensal total em ambas as áreas (julho/2017). Para a Lagoa da Mata, os menores índices ecológicos puderam ser registrados no período de novembro de 2016, mês de coleta que apresentou menor índice de pluviosidade. Isso mostra que mesmo para os ambientes aquáticos (nos quais a presença/ausência de água não é um fator limitante) o período de chuvas influencia a comunidade de fungos aquáticos, provavelmente por causa da lixiviação de elementos, substratos e propágulos do ambiente terrestre para o corpo d'água.

5.2 CORRELAÇÃO DA BIOMASSA FÚNGICA COM OS FUNGOS CONIDIAIS

A quantidade de ergosterol aferida nas amostras foi interpretada como uma medida da biomassa de fungos nos substratos avaliados. Os resultados de concentração de ergosterol nas amostras das seis coletas realizadas nas duas áreas de estudo foram correlacionados com a ocorrência de fungos identificados nessas expedições. Na lagoa da Mata a correlação foi baixa (próxima de zero), desse modo, nos períodos em que houve maior ocorrência de hifomicetos, detectada pela observação de conídios, não houve necessariamente maior concentração de ergosterol no folhedo. Esses resultados podem estar relacionados com as condições do ambiente, pois, embora a lagoa seja

considerada uma área de proteção ambiental, ela é afetada por ações antrópicas. Essas perturbações no ambiente podem afetar o comportamento da comunidade de fungos, impedindo ou limitando sua reprodução. Em alguns casos, os fungos podem crescer apenas vegetativamente até que as condições tornem-se favoráveis para a esporulação. Em outros, a produção de propágulos é estimulada em condições de estresse, para garantir a próxima geração.

O primeiro estudo no Brasil que correlacionou a concentração do ergosterol com a presença dos hifomicetos aquáticos foi realizado por Malosso (1999). Neste estudo foram encontrados altos valores de concentração desse esterol, podendo estar relacionados com a metodologia aplicada nas etapas antes da extração do ergosterol das amostras. Mesmo com as altas concentrações de ergosterol detectadas, houve estações de coleta que apresentaram baixo valor de ocorrência de hifomicetos aquáticos. Desse modo, assim como no presente estudo, a concentração de ergosterol apresentou pouca correlação com a ocorrência de fungos em ambiente de mata atlântica e cerrado. No entanto, outros estudos puderam comprovar correlação positiva entre a comunidade de fungos e as concentrações desse esterol. Araújo (2016), por exemplo, ao estudar a correlação entre os hifomicetos e o teor de ergosterol no folhedo misto em decomposição em áreas de Mata Atlântica e de Sistema Agroflorestal, verificou que houve correlação positiva, pois, à medida que a concentração de ergosterol no folhedo aumentou, maior foi a ocorrência de espécies identificadas. No estudo de sucessão realizado por Moreira (2011) também foi observado que nas amostras de substratos frescos coletados no tempo zero, as concentrações de ergosterol apresentaram valores menores. E esses resultados foram correlacionados com a possibilidade das amostras estarem ainda pouco colonizadas pela micota autóctone presente nas folhas coletadas diretamente das árvores. Logo, a correlação entre os hifomicetos e as concentrações do ergosterol existe, porém, a quantidade desse esterol pode variar de acordo com o ambiente.

Embora o ergosterol seja um esterol encontrado em fungos que estão presentes nos substratos vegetais, esse método não permite identificar quais espécies de fungos estão contribuindo para tais concentrações (Malosso, 1999). Mas como o ergosterol é um componente de membrana, portanto presente nos fungos vivos/viáveis, é possível determinar a quantidade de biomassa fúngica presente no substrato e, assim, inferir

sobre esses decompositores por meio de um biomarcador que complementa a detecção das espécies por meio da observação direta das estruturas reprodutivas dos fungos nas amostras.

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

No presente estudo, a condutividade elétrica da água entre os pontos de coleta não apresentou diferenças significativas em seus valores. Isso era esperado, pois, em nenhum dos corpos d'água há pontos de despejo de esgotos de nenhuma origem, portanto, os íons que contribuem para a condutividade elétrica nestes locais são de origem autóctone, principalmente, ou contribuição de banhistas. No entanto, quando comparamos as duas áreas de coleta, é possível observar significativa discrepância entre os valores de condutividade. Sendo esta variável indicativa da capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica devido a concentração de íons presentes no corpo hídrico, a Lagoa da Mata apresenta maior concentração iônica. A presença constante de banhistas na área da Lagoa da Mata pode ser uma causa do elevado valor de CE, além da salinidade devido à proximidade do mar.

No entanto, em águas mais puras, os valores de condutividade são menores (Esteves, 1998), o que ocorreu na REBIOmu Mata da Chuva. Neste local, a influência antrópica é muito menor, pois o acesso é muito mais difícil e a mata fechada não tem atrativos turísticos comuns. Essas diferenças significativas da CE entre as áreas de estudo também se refletiram na análise de componentes principais, pois esta variável contribuiu para a separação das áreas (Figura 17).

Em ambientes eutrofizados, como na área estudada por Oliveira (2013) na Região Metropolitana do Recife, quanto mais poluído o ambiente maior foi a condutividade elétrica. Em estudos posteriores, Oliveira (2016) verificou que em áreas conservadas os valores de condutividade elétrica estavam dentro do estabelecido pela resolução CONAMA.

A temperatura da água nos locais de coleta da Lagoa da Mata apresentou valores mais elevados, diferindo dos pontos do córrego da Mata da Chuva que apresentaram temperaturas mais baixas. Esses resultados podem estar relacionados com a exposição

solar devido à escassez de vegetação ciliar no entorno da Lagoa, em contraste com o córrego que encontra-se totalmente recoberto pela mata ciliar.

Percebon et al. (2005), ao analisar a temperatura dos rios Garcia, Fortaleza, Itoupava, da Velha, Itajaí-Açú e do Texto, concluiu que os rios Fortaleza e Itoupava, que apresentavam áreas descobertas, ou seja, com pouca mata ciliar, apresentaram águas mais aquecidas, diferente das nascentes dos rios Garcia e da Velha que apresentavam cobertura vegetal e com isso águas com temperatura mais baixas. Desse modo, constatou-se a importância da cobertura vegetal e da vegetação ribeirinha no controle da temperatura das águas superficiais.

Pôde-se observar que na área de coleta com temperaturas mais amenas foi verificada maior riqueza e ocorrência de hifomicetos. Embora Barlocher et al. (2013), ao avaliar a influência da temperatura de incubação e qualidade de substrato sobre a esporulação de hifomicetos aquáticos, tenha verificado que a composição da comunidade de fungos foi significativamente influenciada pelo estado de decomposição, não houve influência com relação a temperatura. Essa variável, juntamente com a composição do substrato, é importante no processo de decomposição, porém o substrato mostrou-se mais importante que a variável temperatura (Moreira, 2011; Gonçalves, Graça e Canhoto, 2013). No presente trabalho, a temperatura está contribuindo também para a diferenciação das comunidades das duas áreas de coleta.

As médias do potencial hidrogeniônico (pH) entre os locais de coleta do córrego da Mata da Chuva variou significativamente, enquanto que nos locais de coleta da Lagoa da Mata não houve variação significativa. Também foi possível observar que o pH do córrego da Mata da Chuva, em todos os pontos manteve-se com um grau acidez, enquanto que na Lagoa da Mata alguns pontos se aproximaram mais da neutralidade. Pouco se sabe sobre a correlação entre o pH e os hifomicetos, porém, no estudo esta variável influenciou a estrutura das comunidades de hifomicetos, conforme revelado pela carga vetorial da análise multivariada.

No estudo atual, os valores de oxigênio dissolvido na água em ambas as áreas apresentaram valores elevados, comparados aos resultados registrados em outros estudos. Os teores nos seis locais de coleta não diferiram significativamente, ressaltando uma uniformidade na concentração de O2 ao longo do corpo d`água. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005, os valores de oxigênio dissolvido na água nas áreas de estudo encontram-se dentro do estabelecido

para águas doces que são destinadas a proteção das comunidades aquáticas. Esses resultados contribuíram para a presença dos hifomicetos nos ambientes estudados, uma vez que esta variável é importante para a comunidade de fungos aquáticos e para o desempenho do seu papel na decomposição, além da biomassa fúngica e esporulação que podem também ser inibidas pela diminuição do teor de oxigênio dissolvido na água. (Medeiros, Pascoal e Graça, 2009).

6 CONCLUSÃO

- As áreas de Mata Atlântica estudadas apresentam uma diversidade de fungos associados ao folhedo submerso em decomposição, indicando um ambiente favorável para o desenvolvimento dos mesmos.
- Os dados atuais acerca dos estudos comparativos de corpos hídricos com diferentes sistemas aquáticos ainda são insuficientes para determinar como as comunidades se comportam nesses ambientes distintos. Porém, o tipo do corpo hídrico, clima, pluviosidade, pH, temperatura e CE influenciam a comunidade de hifomicetos aquáticos e podem alterar a diversidade desses fungos.
- Muito embora a turbulência da água seja um critério importante para o desenvolvimento dos fungos aquáticos, foi possível encontrar uma riqueza de hifomicetos tanto em um ambiente lótico, quanto em corpos hídricos lênticos.
- Os teores de ergosterol não se relacionam diretamente com a produção de propágulos nas condições dos ambientes estudados. Porém quantidade desse esterol pode variar de acordo com o ambiente.
- Mais estudos são necessários para esclarecer os mecanismos de incremento de ergosterol na biomassa dos fungos ou incremento da biomassa em momentos de intensa esporulação.
- As variáveis abióticas analisadas se mantiveram dentro do estabelecido para águas doces que são destinadas a proteção das comunidades aquáticas na Reserva Biológica Mata da Chuva, mostrando a importância da preservação das áreas para manter a qualidade dos corpos d´água.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, Constatine John; MIMS, Charles W.; BLACKWELL, Meredith. **Introductory mycology.** Wiley, New York, USA, 1996. 880p.

ALMEIDA, Davi Augusto Carneiro; BARBOSA, Flavia Rodrigues; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati. Alguns fungos conidiais aquáticos-facultativos do bioma Caatinga. **Acta Botanica Brasilica** 26(4), p. 924-932, Jul. 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA).** Disponível em:<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 24 out. 2017.

ANDERSON, M.J.; GORLEY, R.N.; CLARKE, K. Robert. PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. **Plymouth: PRIMER-E**, jan. 2008.

ARAÚJO, Marina Alessandra Gomes. **Diversidade de fungos conidiais em folhedo em decomposição sobre o solo de Sistema Agroflorestal e em Mata Atlântica de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Biologia de fungos) – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2016.

ATTILI, Derlene S.; TORNISIELO, S.M.T. Occurrence of microfungi during leaf lifter decomposition in a cerrado sensu stricto, area de São Paulo, Brazil. **Revista de Microbiologia** 25, p.188–94, 1994.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos avançados** v. 22 n. 63, p. 211-226. Jul. 2008.

BARBOSA, Flávia Rodrigues. **Microfungos associados à substratos vegetais submersos em ambiente lótico de um fragmento de Mata Atlântica, Bahia, Brasil**. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Feira de Santana, BA. 2011. 245p.

BARBOSA, Flávia Rodrigues; RAJA, Huzefa A.; SHEARER, Carol A.; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati. Some freshwater fungi from the Brazilian semi-arid region, including two new species of hyphomycetes. **Cryptogamie Mycologie** v. 34, p. 243–258. Set. 2013.

BÄRLOCHER, Felix; KEBEDE, Yared Kassahun; GONÇALVES, Ana Lucia; CANHOTO, Cristina. Incubation Temperature and Substrate Quality Modulate Sporulation by Aquatic Hyphomycetes. **Microbial Ecology** v. 66, p. 30-39, Jul. 2013.

BEVERWIJK, A.L. van. Zalewski's *Clathrosphaera spirifera*. **Transactions of the British Mycological Society** v.3, p. 280-290, 1951.

BOZZA, André Nogueira; et al.Conscientização sobre a importância da mata ciliar realizada com alunos do ensino fundamental da escola sistema educacional realidade,

Campinas-SP. **Pontifícia Universidade Católica de Campinas, SP, Brasil**. 2005, 9p.

CASTRO, Dilton; MELLO, Ricardo Silva Pereira; POESTER, Gabriel Collares. Práticas para restauração da mata ciliar. Porto Alegre. **Catarse – Coletivo de Comunicação**, 2012. 60p.

CAVALCANTI, Marilene da Silva; MILANEZ, Adauto Ivo. Hyphomycetes isolados da água e do solo da Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. **Acta Bot. Bras** v. 21 n. 4. Mar 2007.

CLAKE, K.; Robert; GORLEY, R.N. Primer v.6 User Manual\Tutorial. Primer-E Ltd, **Plymouth.** 75, 2006.

COLUNA, Naraisa Moura Esteves; DIAS, Herly Carlos Teixeira; PINHEIRO, Joana Angélica Cavalcanti. Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG. p. 207-214. In: **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil.** Nov. 2007.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357 de 17 março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providencias. Publicada no Diário Oficial da União nº 053, de 18/03/2005, Brasília, DF, p. 58-63, 2005.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables**. In: CHAPMAN, D. (Ed.). Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2.ed. London: UNESCO/ WHO/UNEP. p.74-133, 1996.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Bonito, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 2005.

ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, p. 575, 1998.

FADURPE - CPRH. Zoneamento ambiental da área de proteção ambiental – APA Santa Cruz – Itapissuma, Itamaracá e Goiana, PE. Disponível em: < http://www.cprh.pe.gov.br/unidades_conservacao/Apa_de_Santa_Cruz>. Acesso em: 24 out. 2017.

FIUZA, Patrícia Oliveira. **Fungos ingoldianos em algumas áreas do semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Botânica*)* - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA. 2013. 93p.

FIUZA, Patrícia Oliveira; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati. Ingoldian fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. **Mycosphere,** v. 4, n. 6, p. 1133–1150, 2013.

FIUZA, Patrícia Oliveira; OTTONI-BOLDRINI, Bianca Maíra de Paiva; MONTEIRO, Josiane Santana; CATENA, Natalia Rios; HAMADA, N.; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati. First records of Ingoldian fungi from the Brazilian Amazon**. Brazilian Journal of Botany** 38: 615–621, 2015.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: FUNASA, 2014. 112 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf.>. Acesso em: 24 out. 2017.

GESSNER, Mark O.; CHAUVET, Eric. Ergosterol-to-biomass conversion factory for aquatic Hyphomycetes. **Applied Environmental Microbiology** 59, p.502-507, 1993.

GESSNER, Mark O.; NEWELL, Steve Y. Biomass, growth rate, and production of filamentous fungi in plant litter. In: C.J. Hurst, R.L. Crawford, G.R. Knudsen, M.J. McInerney & L.D. Stetzenbach (eds.). Manual of Environmental Microbiology. 2nd ed. ASM Press, Washington, DC, USA, pp. 390-408, 2002.

GHATE, S.D.; SRIDHAR, K.R. Aquatic hyphomycetes associated with leaves, leaf detritus and crown humus in palm canopies. **Czech Mycology** 68(2), p.111–12, 2016.

GIMENES, Karen Zauner; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi da; BIANCHINI JR., Irineu. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1036-1073, 2010.

GOH, Teik Khiang; HYDE, Kevin David. Biodiversity of freshwater fungi. **Journal of Industrial Microbiology** 17, 328-345, 1996.

GOH, Teik Khiang.**Tropical freshwater Hyphomycetes**. In: Biodiversity of tropical microfungi (K.D. Hyde, ed.). Hong Kong University Press, Hong Kong, p.189-227, 1997.

GOLTERMAN, H.L. Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters. Oxford: **Blackwell Scientific Publications**(IBP Handbook 8), p.171, 1969.

GONÇALVES, A.L.; GRAÇA, Manoel A.S; CANHOTO, Cristina. The effect of temperature on leaf decomposition and diversity of associated aquatic hyphomycetes depends on the substrate. **Fungal Ecology**, v.6, n. 6, p. 546-553, 2013.

GRAÇA, Manoel A.S.; HYDE, K.; CHAUVET, Eric. Aquatic hyphomycetes and litter decomposition in tropical-subtropical low order streams. **Fungal ecology**, v. 19, p. 182-189, 2016.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David A.T.; RYAN, Paul D. PAST: Paleontological StatisticsSoftware Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

INGOLD, Cecil Terence. Guide to aquatic Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with notes on their biology. Ambleside: **Freshwater Biological Association**, 1975.

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito. Hidrologia de matas Ciliares. in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds**.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/Fapesp. pp.33-44, 2004.

MALOSSO, Elaine. **Hyphomycetes em Ambientes Aquáticos Lótico e Lêntico - Ocorrência e Biomassa.** Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1999. 98p.

MARQUES, Marcos Fabio Oliveira; MORAES-JÚNIOR, V. O.; SANTOS, S. M. L.; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati; MAIA, Leonor Costa. Fungos conidiais lignícolas em um fragmento de Mata Atlântica, Serra da Jibóia, BA. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 1186-1188, 2007.

MARQUES, Marcos Fabio Oliveira; GUSMÃO, Luís Fernando Pascholati; MAIA, Leonor Costa. Riqueza de espécies de fungos conidiais em duas áreas de Mata Atlântica no Morro da Pioneira, Serra da Jibóia, BA, Brasil. **Acta bot. bras**. 22(4): 954-961, 2008.

MARVANOVÁ, Ludmila. Chapter 20 **- Maintenance of Aquatic Hyphomycete Cultures**, p. 143 – 152, 2005. In.: M.A.S. Graça, F. Bärlocher & M.O. Gessner (eds.), Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide, Springer. Printed in The Netherlands, 2005, 329p.

MARVANOVÁ, Ludmila. Freshwater hyphomycetes: a survey with remarks on tropical taxa. In: Janardhanan K.K, Rajendran C, Natarajan K, Hawksworth D.L. (eds.) **Tropical Mycology**. USA: Science Publishers, p. 169-226, 1997.

MATSUSHIMA, Takashi. Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum. **Published by the author, Kobe**, 1975.

MATSUSHIMA, Takashi. Microfungi of the Solomon Islands and Papua-New Guinea. **Published by the author, Kobe**, 1971.

MEDEIROS Adriana Oliveira; PASCOAL, Cláudia; GRAÇA, Manoel A.S. Diversity and activity of aquatic fungi under low oxygen conditions. **Freshwater Biology**, v. 54, p. 142-149, 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Mata Atlântica** – Disponível em:<http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 22 out. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. **Atualização da Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007**. *Série Biodiversidade 31*. Brasília: MMA/SBF, 2007.

MMA- Ministério do Meio Ambiente/ SBF - Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental / Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer**. Série Biodiversidade 35. Brasília: MMA, 2010. 96p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília. 2006. **Educação Ambiental PROBIO. MMA – Ministério do Meio Ambiente, Resolução CONAMA Nº 357/2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br >. Acesso em: 25 Jun. 2016.

MONTEIRO, Josiane Santana. Fungos. **Conidiais Associados a Substratos Vegetais Submersos em Fragmentos Florestais do Bioma Amazônia, Pará, Brasil.** PhD Thesis, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. 193p.

MORTON, Joseph B.; BENTIVENGA, Stephen P.; WHEELER, W.W. Germplasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. **Mycotaxon**, v. 48, p. 491-528, 1993.

MOREIRA, Carolina Gasch **Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP**. MSc.Thesis, Instituto de Botânica, São Paulo, 2006. 111p.

MOREIRA, Carolina Gasch. **Sucessão de hifomicetos e avaliação da biomassa fúngica durante a decomposição de folhedo de *Caesalpinia echinata* Lam. e *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum submersos em lagos artificiais na cidade de São Paulo, SP.** PhD Thesis, Instituto de Botânica, São Paulo, 2011. 130p.

MOREIRA, Carolina Gasch; SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena. Nova espécie e novos registros para o Brasil de hifomicetos em folhedo submerso coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, n. 4, p.321-527, 2012.

NEWELL, Steve Y. Estimating fungal biomass and productivity in decomposing litter. In: G.C. Caroll e D.T. Wicklow (eds.). **The fungal community: its organization and role in the ecossystem.** 2nd ed. Marcel Dekker, New York, 1992.

NILSSON, S. **Freshwater Hyphomycetes. Taxonomy, morphology and ecology**. Symbolae Botanicae Upasalienses, v. 18, p. 1-130, 1964.

NYLUND, Jan-Erik; WALLANDER, Hakan. Ergosterol analysis as means of quantifying mycorrhizal biomass, p. 77-88. In: J. R. Norris, D. J. Read, and A. K. Varma (ed.), **Methods in microbiology**. Vol. 24. Academic Press, Ltd., London, 1992.

OLIVEIRA, Mayra Silva. **Hifomicetos em ambientes aquáticos com influência antrópica, Pernambuco, Brasil.** Monografia – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2013. 43p.

OLIVEIRA, Mayra Silva; ARAÚJO, Marina Alessandra Gomes; BARBOSA, Marcela Alves; SILVA, Jéssica C.; MALOSSO, Elaine; CASTAÑEDA-RUIZ, Rafael Felipe. *Pyramidospora quadricellularis* sp. nov. on submerged leaves from Brazil. **Mycotaxon,** v. 130, 2015 p. 971-976.

OLIVEIRA, Mayra Silva; MALOSSO, Elaine; BARBOSA, Marcela Alves; ARAÚJO, Marina Alessandra Gomes; CASTAÑEDA-RUIZ, Rafael Felipe. *Xylomyces acerosisporus* sp. nov. from submerged leaves from Brazil. **Mycotaxon**, v. 130, p. 875–878, 2015.

OLIVEIRA, Mayra Silva; MALOSSO, Elaine; CASTAÑEDA-RUIZ, Rafael Felipe. A new species and a new combination in *Codinaea* from Brazil. **Mycotaxon**, v.130, p. 1045-1049, 2015.

OLIVEIRA, Mayra Silva. **Micobiota em folhas em dois mananciais sob proteção ambiental no estado de Pernambuco.** Dissertação (Mestrado em Biologia de fungos) – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2016. 71p.

PARRON, Lucilia Maria; MUNIZ, Daphe Heloisa de Freitas; PEREIRA, Cláudia Mara. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água** [recurso eletrônico]. Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958;219), 2011.

PERCEBON, Claudete Massuchin; BITTENCOURT, André Virmond Lima; FILHO, Ernani F. da Rosa. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, P.7-19. Editora UFPR, 2005.

PINTO, Magda Cristina Ferreira. CPRM – Serviço Geológico do Brasil- **Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido** Versão: maio 2007, 44p.

ROCHA, Odete. 2003 - **Águas Doces (versão preliminar).** In.: Avaliação do estado do conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2003. 70p.

SANTIAGO, Augusto César Pessôa, BARROS, Iva Carneiro Leão, SYLVESTRE, Lana da Silva. Pteridófitas ocorrentes em três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito, Pernambuco, Brasil). **Acta bot. bras.** 18(4), p.781-792, 2004.

SEITZ, L. M.; MOHR, H. E.; BURROUGHS, R.; SAUER, D. B. 1. Ergosterol production as an indicator of fungal invasion in grains. **Cereal Chem**. 54, p.1207-1217, 1977.

SHEARER, Carol; DESCALS, Enrique; KOHLMEYER, Brigitte; KOHLMEYER, Jan; MARVANOVA, Ludmila; PADGETT, David; PORTER, David; RAJA, Huzeta A.; SCHMIT, John P.; THORTON, Holly A.;VOGLYMAYR, Hermann. Fungal biodiversity in aquatic habitats. **Biodiversity and Conservation** 16: 49-67, 2007.

SHEARER C.A.; LANGSAM D.M.; LONGCORE J.E. Fungi in freshwater habitats. In: Biodiversity of fungi - Inventory and monitoring methods (G.M. Mueller, G.F. Bills, M.S. Foster, eds). **Elsevier Academic Press**, Amsterdam, p.513-531, 2004.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; DINIZ, Bruna Flores, Da COSTA; Renata Torres, SABINO; Ariana P.R.; MORO, Larissa B.; BORO, Marcela; ISHIDA, Cecília M.; JESUS, Ana Lúcia; PIRES-ZOTTARELLI, Carmem L. Diversity of conidial fungi and some abiotic variables of the water after the reopening of the Pirarungaua stream in the Jardim Botânico, São Paulo, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea** 43: 57–75p, 2016.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MILANEZ, Adalto Ivo. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L. f. submersas no Lago Frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo. **Revista de Microbiologia**, São Paulo 20, p.95-101, 1989.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MILANEZ, Adalto Ivo. Hyphomycetes aquáticos no Estado de São Paulo, Brasil. Revta Brasil. Bot. 13:61 -68p, 1990.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MILANEZ, Adalto Ivo. Fungos microscópicos da Mata Atlântica de Paranapiacaba, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany** 21, p. 73-70. 1998a.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MILANEZ, Adalto Ivo. Fungal Succession on leaves of *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. submerged in a Stream of an Atlantic Rainforest in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 21, p.253–259. 1998b.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MOREIRA, Carolina Gasch; BICUDO, Denise De Campos. Aquatic Hyphomycetes in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI, São Paulo, Brazil. **Revista Brasil. Bot**. V. 32, n. 3, p. 411-426. 2009.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MOREIRA, Carolina Gasch; GOMES, Eduardo Pereira Cabral. Riqueza dos fungos ingoldianos e dos fungos aquáticos facultativos do Parque Municipal da Aclimação, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea** 42, p. 239–251. 2015.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena; MOREIRA, Carolina Gasch; TAKAHASHI, Juliana Possato; GOMES, Eduardo Pereira Cabral. Riqueza dos fungos ingoldianos e aquáticos facultativos no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea** 41, p. 61–76. 2014.

SEIFERT, Kevin; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The Genera of Hyphomycetes**. CBS Biodiversity Series 9, 997p., 2011.

SILVA, F. de A.S. e. ASSISTAT versão 7.7 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em:<http://www.assistat.com>. Acessado em: set 2017.

SILVA, Silvana Santos da; SANTA IZABEL, Tasciano dos Santos; GUSMÃO, Luis Fernando Pascholati. Fungos conidiais associados a substratos vegetais submersos em algumas áreas do bioma Caatinga. **Rodriguésia** 65: 527–538, 2014.

SURESHA, H.R.; KRISHNAPPA, M.; DESCALS, Enrique; RAJU, G.H.; TAYLOR, B.R. Diversity of Aquatic Hyphomycetes in Kalathgiri Falls of Chikmagalur District, Karnataka, India. **International Journal of Microbiology Research**, ISSN: 0975-5276 & E-ISSN: 0975-9174, Volume 5, Issue 3, pp.-410-416, 2013.

THOMAS, K. Freshwater fungi. In: Grgurinovic (ed.) Fungi of Australia. Canberra, **Australian Biological Resources**, pp. 1-37, 1996.

WEETE, J.D.; ABRIL, M.; BLACKWELL, M. Phylogenetic distribution of fungal sterols. PLoS ONE 5: e10899. doi:10.1371/journal.pone.0010899, 2010.