

NAILENE MORAES BRANDÃO

FUNGOS QUERATINOFÍLICOS EM PRAIAS DO MUNICÍPIO DE
BARCARENA, PARÁ

BELÉM

2022

NAILENE MORAES BRANDÃO

FUNGOS QUERATINOFÍLICOS EM PRAIAS DO MUNÍCIPIO DE
BARCARENA, PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Solange Perpétuo Socorro Evangelista Costa – ICB – UFPA

BELÉM

2022

NAILENE MORAES BRANDÃO

FUNGOS QUERATINOFÍLICOS EM PRAIAS DO MUNICÍPIO DE
BARCARENA, PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Data de aprovação: ___/___/_____

Banca Examinadora:

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Solange Perpétuo Socorro Evangelista Costa

Laboratório de Micologia/ICB-UFPA

Avaliador: Prof. Dr. Antonio Hernández Gutiérrez

Laboratório de Micologia/ICB-UFPA

Avaliador: Dr.^a. Josiane Santana Monteiro

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

BELÉM

2022

*Não deve haver limites para o esforço humano.
Somos todos diferentes. Por pior do que a vida
possa parecer, sempre há algo que podemos fazer
em que podemos obter sucesso.*

Stephen Hawking

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, que me deu força para concluir esta etapa de minha vida, nos diversos momentos difíceis ele foi meu principal apoio.

Também gostaria de agradecer a minha família, em especial aos meus pais, que sempre foram exemplos de luta e determinação em minha vida e que durante os anos de graduação, me apoiaram de maneira incondicional.

À Prof.^a Solange P. S. E, pela atenção, compreensão e paciência durante a elaboração deste trabalho e por todo o aprendizado repassado durante os estágios e pelas oportunidades que me foram concedidas para atuar no laboratório.

Agradeço também aos técnicos, Domingos Claudino e Odlúcia Santos pela grande colaboração e atenção prestadas no laboratório.

Aos meus amigos de sala de aula, que sempre me apoiaram durante todo o curso e que fizeram parte dessa jornada junto comigo.

À esta Universidade, aos docentes, diretores, coordenadores e administração que proporcionaram o melhor dos ambientes para que esse trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
2.2. PERÍODO E LOCAIS DE COLETA	4
2.3. COLETA DAS AMOSTRAS	6
2.4. PROCESSAMENTO	7
2.5. IDENTIFICAÇÃO.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

O solo é um importante reservatório de fungos, dentre os quais, os fungos queratinofílicos que possuem a capacidade de degradar queratina. Algumas espécies de fungos queratinofílicos são capazes de causar doenças no ser humano, entre os quais se destacam os fungos dermatófitos, responsáveis por causarem lesões cutâneas em vários sítios anatômicos, como a pele, pelos e unhas. Nos últimos anos, com o aumento da incidência de doenças associadas a fungos queratinofílicos (dermatófitos e não dermatófitos) adquiridas em áreas de recreação como praças, parques e praias, tem levantado a preocupação de pesquisadores e autoridades em relação à contaminação do solo desses locais. Neste sentido, este trabalho objetivou detectar a presença de fungos queratinofílicos em praias do município de Barcarena (PA). As amostras de solo foram coletadas em quatro praias, acondicionadas em sacos estéreis e mantidos sob refrigeração até processamento. Foram selecionados doze pontos de coleta em cada praia, seis em solo seco e seis em solo úmido. Para o processamento das amostras foi utilizada a técnica de iscas, com a adição de tufo de cabelos esterilizados colocados sobre o solo contido em placas de Petri de 12 cm de diâmetro. As iscas com crescimento positivo foram transferidas para meio Ágar Sabouraud Dextrose (ASD) adicionado de cloranfenicol e extrato de levedura. As colônias desenvolvidas sobre as iscas foram isoladas e purificadas para posterior identificação do fungo isolado por meio de análise macro e microscópica com auxílio de bibliografia especializada. O estudo resultou no isolamento de 274 colônias, sendo identificados os seguintes táxons: *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Rhizopus* spp. e *Cladosporium* sp. Dentre os isolados *Fusarium*, foi o mais representativo em todas as praias pesquisadas. Evidenciou-se a ocorrência de fungos queratinofílicos não dermatófitos, mas com potencial patogênico, especialmente como agentes oportunistas, podendo constituir-se em riscos à saúde dos usuários destes locais. Considerando que as praias são importantes áreas de lazer para a comunidade local, estes resultados indicam a importância do conhecimento sobre a diversidade fúngica nesses ambientes, e podem subsidiar outros estudos que visem a saúde humana e ambiental.

Palavras-chave: Fungos geofílicos, micoses, fontes ambientais.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos vastamente distribuídos no ambiente, vivendo como sapróbios, parasitas ou em associação com outros seres vivos. São seres eucarióticos com formas unicelulares, filamentosas, microscópicas e macroscópicas e podem se reproduzir de forma assexuada e/ou sexuada. Estão amplamente distribuídos na natureza, onde exercem funções diversas, destacando-se sua relevante capacidade decompositora que contribui para reciclagem de nutrientes e para manutenção dos ecossistemas. Como parasitas podem causar doenças em animais, vegetais, protozoários, e até em outros fungos (micoparasitismo) (Tortora *et al.*, 2017).

A dispersão desses organismos ocorre através do ar atmosférico, água e vetores, tais como o homem e outros animais vertebrados e invertebrados. Diversos fatores ecológicos são citados como responsáveis pela sobrevivência e a disseminação dos fungos no solo, como o fluxo de pessoas e animais na área, por exemplo, pois estes disponibilizam substratos queratinizados beneficiando o crescimento desses microrganismos, a neutralidade do solo e grandes quantidades de íons comuns em compostos orgânicos, como carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cálcio e ferro, também são fatores que colaboram com a vitalidade desses fungos (Kaul & Sumbali, 1999).

O solo se configura como o principal habitat natural dos fungos, onde colonizam diferentes substratos (Drozdowicz, 1991), destacando-se os fungos queratinolíticos, que reciclam uma das mais abundantes e altamente estáveis proteínas animais – a queratina (Sharma & Rajak, 2003). Apenas alguns insetos, bactérias, actinomicetos e fungos utilizam a queratina como nutrientes (Sharma & Rajak, 2003). Os fungos queratinolíticos compreendem espécies capazes de invadir e degradar por digestão enzimática substratos ricos em queratina (Leal *et al.*, 2009). Esse processo de degradação pode ser explicado de duas formas: uma ocorre através da erosão da superfície, onde há uma degradação até o nível de queratinização dos componentes da matriz queratínica e outra, através da penetração radial, onde a hifa penetra através da perfuração na matriz não tendo importância o grau da queratinização (Marchisio, 2000).

Já as espécies queratinofílicas, são definidas como fungos que habitam naturalmente substratos queratinizados, mas não obrigatoriamente são capazes de degradá-los, podendo viver dos produtos resultantes de sua digestão (Kunert, 2000). Sendo assim, a diferença entre fungos queratinofílicos e queratinolíticos se baseia na utilização e/ou destruição da queratina, pois os fungos queratinolíticos possuem a capacidade de decompor a queratina presente no substrato, por outro lado, espécies queratinofílicas são capazes apenas de usar materiais naturalmente associados com a queratina, ou resultantes de sua degradação (Ulfig *et*

al., 1997). Apesar dessa atividade fundamental ser realizadas por esses seres na natureza, a colonização desses fungos no ser humano e em outros animais tem se tornando frequente, ocasionando infecções oportunistas que podem levar a óbito (Marchisio, 2000). Diversos fatores estão atrelados à patogenicidade e virulência dos fungos queratinofílicos, tais como a queratinofilia, a temperatura ideal de crescimento de 37°C, capacidade de aderência em tecidos vivos, diversidade fenotípica e sintetização e liberação de toxinas e enzimas nocivas (Lacaz *et al.*, 2002).

Os dermatófitos são um grupo de fungos filogeneticamente relacionados, que compreendem os gêneros *Trichophyton*, *Microsporum* e *Epidermophyton*. São fungos queratinofílicos com habilidade especial de invadir os tecidos mais superficiais queratinizados do homem e outros animais e causar diferentes quadros clínicos de infecção cutânea (Costa *et al.*, 2002), conhecidos como *Tineas* ou dermatofitoses. De acordo com o hábito natural os dermatófitos estão classificados em três categorias: os antropofílicos, os zoofílicos e os geofílicos (Papini *et al.*, 1998). Dados epidemiológicos confirmam que estas micoses estão entre as zoonoses mais comuns do mundo, e destacam-se como uma das principais doenças de pele do planeta (Brilhante *et al.*, 2004). Além dos dermatófitos, outros fungos estão relacionados com micoses cutâneas em pele e unhas, como algumas espécies de *Aspergillus*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Microascus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, entre outros (Viani *et al.*, 2001).

O termo dermatomicose se refere às micoses ocasionadas por uma diversidade de fungos filamentosos não dermatófitos (FFND), que produzem principalmente lesões de pele e unhas, clinicamente semelhantes às dermatofitoses, incluindo fungos hialinos e demáceos (Zaitz, 2010). As dermatomicoses humanas possuem distribuição mundial, com maior frequência nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, possuindo diversas variações influenciadas por fatores geoclimáticos, condições socioeconômicas, urbanização, imunodepressão e medidas terapêuticas (Brilhante *et al.*, 2004).

Estudos referentes a populações de fungos queratinofílicos têm sido relatados em diversos habitats e em diferentes partes do mundo, como: Egito (Migahed, 2003), Índia (Deshmukh, 1999), Itália (Onofri *et al.*, 2011), México (González *et al.*, 2000) e Tunísia (Anane, 2012), que registraram espécies queratinofílicas em cidades pequenas, em ambientes urbanos e em áreas recreacionais. No Brasil, os estudos referentes a fungos queratinofílicos em solo são enfatizados nas regiões litorâneas do país, principalmente em praias (Magalhães *et al.*, 1998; Pinto, 2010; Rosa *et al.*, 2021). Existem também pesquisas de fungos queratinofílicos presentes em praias de água doce, com destaque para a Região Norte (Monteiro *et al.*, 2007;

Ferreira *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2019). Além desses, outros trabalhos com fungos queratinofílicos foram desenvolvidos em areias de parques públicos e de centros de recreações de escolas públicas (Linz, 1972; Souza & Arruk, 2003; Leal *et al.*, 2009; Bernardi *et al.*, 2009; Possatto *et al.*, 2011). Na Região Norte, estudos referentes a fungos queratinofílicos foram realizados em solos recreacionais de escolas públicas (Santos *et al.*, 2009; Costa, 2012), e em solos recreacionais de praças públicas (Brondani & Batista, 2015; Vidal *et al.*, 2017). Segundo Vaz *et al.* (2005), nos últimos anos, devido à incidência de micoses e infecções bacterianas contraídas por crianças frequentadoras de áreas recreacionais, tem preocupado às autoridades públicas sobre assuntos relacionados à contaminação do solo desses locais.

Pesquisas voltadas para a identificação de agentes com potencial patogênico, são de grande importância para o conhecimento prévio do habitat de microrganismos causadores de micoses, pois podem gerar informações úteis para subsidiar os órgãos de saúde pública para intervir com medidas para o controle e prevenção das doenças. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral: realizar estudo qualitativo sobre fungos queratinofílicos presentes em praias no município de Barcarena no Estado do Pará. E como objetivos específicos: isolar e identificar fungos queratinofílicos a partir de amostras de areia úmida e seca; detectar a possível ocorrência de espécies causadoras de dermatomicoses e/ou outras micoses e comparar a micobiota das praias mais próximas e sob maior influência do polo industrial em relação às praias mais afastadas de possíveis contaminações de resíduos industriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Ocupando uma área de 1.310,59 km², o município de Barcarena limita-se ao Norte com a Baía do Guajará e Município de Belém, ao Sul com os Municípios de Moju e Abaetetuba, a Leste com a Baía do Guajará e Município do Acará e a Oeste com a Baía do Marajó (Prefeitura de Barcarena, 2011). Pertence à mesorregião metropolitana de Belém, Barcarena possui uma população de aproximadamente 124.680 habitantes (IBGE, 2019). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é equatorial, sendo tipicamente quente e úmido, em consequência da elevada pluviosidade, temperatura e umidade (INMET, 2012).

Nos anos 70, a cidade passou a receber muitos incentivos para a criação de um polo industrial no município, tornando-se de grande importância para a economia local e regional (Nascimento, 2010). Atualmente, a cidade segue sendo um importante polo industrial, no qual é realizada a industrialização, beneficiamento e exportação de caulim, alumina, alumínio e cabos para transmissão de energia elétrica. Contudo, a apropriação e o uso de recursos naturais, através de processos produtivos tendem a gerar riscos à sociedade (Hazeu, 2015). Nesse sentido, historicamente Barcarena tem sido impactada por desastres tecnológicos e ambientais, os quais têm gerado grandes impactos na região. No ano de 2018, ocorreu o transbordamento de rejeitos de uma mineradora do município, afetando a qualidade e os modos de vida da população local (Lobato *et al*, 2021).

2.2. PERÍODO E LOCAIS DE COLETA

Foram realizadas três coletas durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2019, em quatro praias no município de Barcarena no Estado do Pará, a saber: Cuipiranga, Guajarina, Caripi e Itupanema (Figura 1). Duas destas praias (Cuipiranga e Guajarina) estão localizadas na Ilha Trambioca e duas (Caripi e Itupanema) próximas à área industrial do Porto de Vila do Conde (Figura 2).



Figura 1. Vista das praias onde foram realizadas as coletas – (A) Praia de Cuipiranga; (B) Praia de Guajarina; (C) Praia de Caripi; (D) Praia de Itupanema.

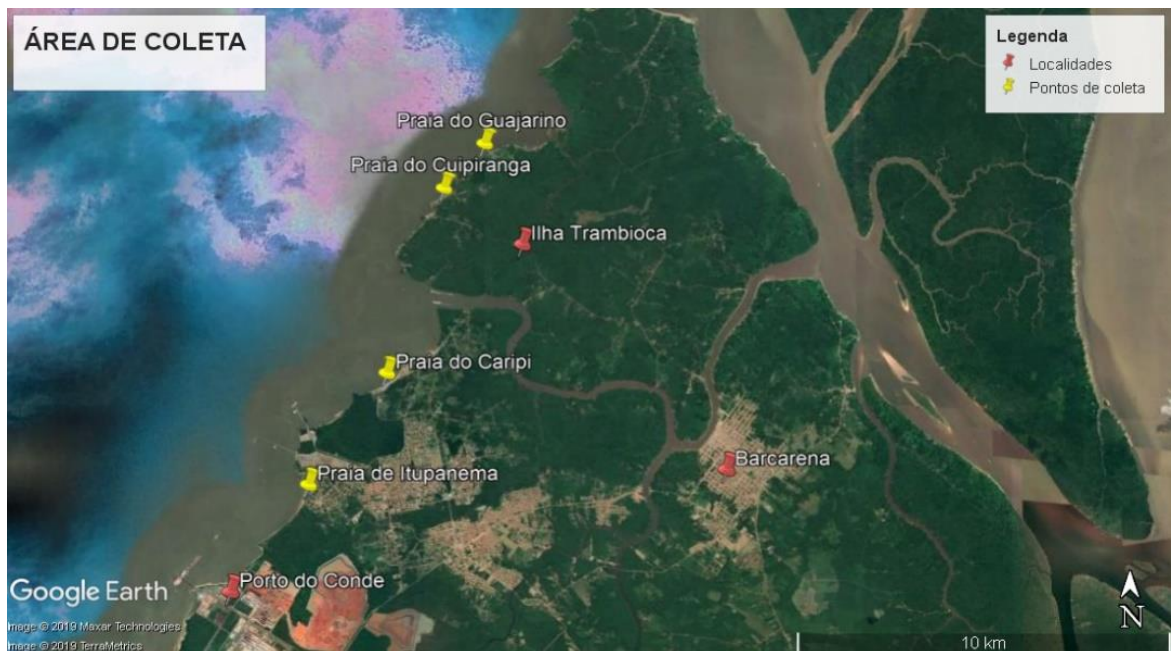


Figura 2. Localização dos pontos de coleta no município de Barcarena.

As quatro praias apresentam características diferentes entre si, principalmente em relação a sua localização, ao acesso a serviços (coleta de lixo), vegetação e a presença de

banhistas no decorrer do ano. As praias de Caripi e Itupanema estão localizadas aproximadamente a 6 e 3 km, respectivamente, da área industrial de Vila do Conde. Ambas possuem uma melhor infraestrutura, com muitas opções de bares e restaurantes, o serviço de coleta de lixo funciona regularmente, a vegetação é pouco presente pois a faixa de areia é tomada por pontos comerciais, e a presença de banhistas é comum durante todo o ano. As praias de Cuipiranga e Guajarina estão localizadas na Ilha Trambioca a uma distância de 11 e 14 km, respectivamente, do polo industrial, possuindo uma infraestrutura incipiente, começando pelo acesso ao transporte que é reduzido, possuem também menos opções de bares e restaurantes e a coleta de lixo é irregular. A vegetação ocorre em toda a extensão da praia e a presença de banhistas se intensifica apenas no período de férias e feriados.

Praias	Características			
	Localização	Coleta de lixo	Vegetação	Presença de banhistas
Caripi	Próximo ao polo industrial	Regular	Pouca	Todo o ano
Itupanema	Próximo ao polo industrial	Regular	Pouca	Todo o ano
Cuipiranga	Ilha Trambioca	Irregular	Abundante	Nas férias
Guajarina	Ilha Trambioca	Irregular	Abundante	Nas férias

Quadro 1. Características dos pontos dos pontos de coleta.

2.3. COLETA DAS AMOSTRAS

Para coleta foram selecionados doze pontos aleatórios em cada praia, sendo seis pontos na areia seca e seis pontos na areia úmida. A metodologia de coleta das amostras baseou-se em Cristino *et al.* (2019), onde cada amostra foi composta por cinco sub amostras, em uma área de 1 m², perfazendo uma amostra composta de 70 g de areia coletada com espátulas estéreis, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis, devidamente identificadas com data e local de coleta. Em seguida foram armazenadas em caixa de isopor térmico e então transportadas para o Laboratório de Micologia para o processamento.

2.4. PROCESSAMENTO

Para o processamento foi utilizado o método *hair baiting*, que consiste da colocação das amostras de areia em placas de Petri de 12 cm de diâmetro, e sobre cuja superfície se depositaram, em três pontos equidistantes, tufos de cabelo esterelizados (Vanbreuseghem, 1952). As placas foram umedificadas com água destilada estéril quando necessário e mantidas à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante 45 dias, sendo observadas periodicamente com o auxílio de um estereomicroscópio até o crescimento de estruturas fúngicas sobre os fios de cabelo para isolamento das colônias. Após o crescimento, os fungos foram isolados em meio ágar Sabouraud Dextrose (ASD) acrescido de cloranfenicol, e extrato de levedura a 5%.

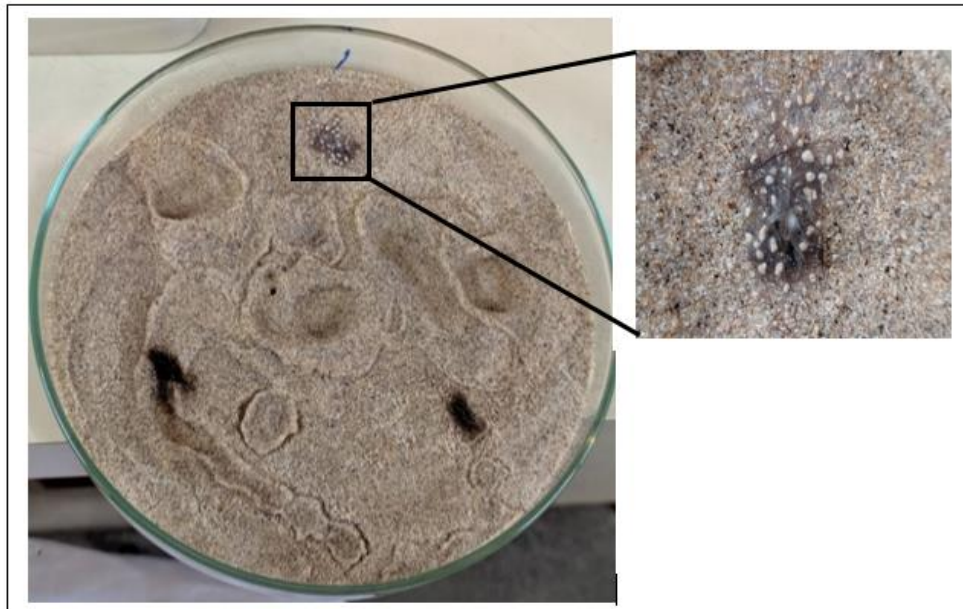


Figura 3. Colônias de fungos queratinofílicos crescendo sobre os tufos de cabelo.

2.5. IDENTIFICAÇÃO

Para a identificação foram realizadas análises macro e microscópicas das colônias, considerando-se na macroscopia, padrões de crescimento como, textura, topografia, cor e produção de pigmentos. Para a análise microscópica foram montadas lâminas diretas e microcultivo em lâmina (Riddell, 1950). Para exame das características microestruturais e estudo comparativo utilizaram-se parâmetros de taxonomia clássica conforme a literatura especializada entre as quais: Barnett & Hunter (1972), De Hoog & Guarro (1996) e Lacaz (1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de 144 amostras coletadas nas quatro praias, foram obtidas 274 colônias (Tabelas 1 e 2). As 144 amostras, 132 foram positivas para fungos queratinofílicos (92%) e 12 amostras foram negativas (8%) (Tabela 1.) Nos últimos 30 anos, diversos fungos queratinofílicos não dermatófitos, veem sendo reconhecidos como agentes causadores de infecções cutâneas em humanos e animais, essas infecções são clinicamente similares às causadas por dermatófitos (Gugnani, 2003). Tais fungos estão sendo descritos com frequência como causadores de micoses cutâneas, principalmente onicomicoses (Takahashi *et al.*, 2011).

Tabela 1. Positividade de fungos queratinofílicos nas amostras coletadas.

Positividade	N° de amostras	Porcentagem
Amostras positivas	132	92%
Amostras negativas	12	8%
Total	144	100%

Das 132 amostras positivas, 274 colônias de fungos queratinofílicos foram isoladas, sendo distribuídas em 6 táxons, a maioria classificados como fungos mitospóricos ou anamórficos, com exceção de *Rhizopus* spp. que pertence ao filo Mucoromycota (Tabela 2). Apesar da técnica ter sido bem-sucedida, não foi detectada a presença de fungos dermatófitos. Outros estudos obtiveram resultados semelhantes a este, onde fungos dermatófitos não foram detectados (Gomes *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2021). Já Sabino *et al.* (2011) e Pontes *et al.* (2013), registraram espécies de dermatófitos em Portugal e na Paraíba (BR), respectivamente, entretanto há diferenças metodológicas em relação a estes estudos. Sabino *et al.*, (2011) utilizaram a técnica “*spread plate*” utilizando diferentes meios de cultivo entre os quais um meio seletivo para dermatófitos. Pontes *et al.*, (2013) realizaram um estudo com 212 amostras de diferentes pH, oriundas de 31 cidades da Paraíba, conduzindo o estudo em até 70 dias de incubação das amostras processadas. Essas diferenças metodológicas podem ter contribuído para o isolamento de dermatófitos nos trabalhos citados.

Tabela 2. Distribuição de táxons encontrados de acordo com o local de coleta e tipo de areia (seca ou úmida).

Táxons	Praias/Tipo de areia								Total
	Caripi		Itupanema		Cuipiranga		Guajarina		
	Seca	Úmida	Seca	Úmida	Seca	Úmida	Seca	Úmida	
<i>Aspergillus</i> spp.	5	13	2	3	3	7	6	2	41
<i>Cladosporium</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Fusarium</i> spp.	14	22	17	30	29	24	22	25	183
<i>Penicillium</i> spp.	2	2	5	3	6	2	5	8	33
<i>Rhizopus</i> spp.	0	1	0	0	1	1	0	0	3
<i>Trichoderma</i> spp.	1	1	0	2	2	1	0	0	7
MSE estéril*	1	4	0	0	0	0	1	0	6
Total	23	43	24	38	41	36	34	35	274
Porcentagem (%)	8	16	9	14	15	13	12	13	100

*Micélio septado escuro estéril

Em relação à frequência de táxons encontrados de acordo com o tipo de areia, houve uma pequena diferença entre os dois ambientes (seco e úmido), a areia seca apresentou 45% das colônias isoladas e a areia úmida 55% (Figura 4).

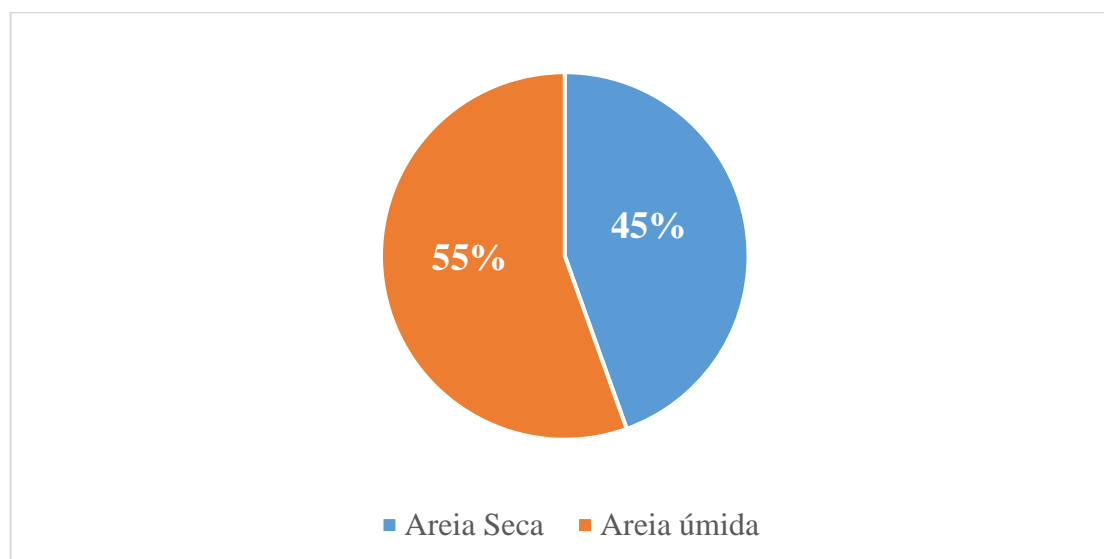


Figura 4. Frequência de fungos queratinofílicos por tipo de areia (seca e úmida).

Na praia de Caripi essa diferença foi mais expressiva, com 43 dos 66 isolados, registrados em areia úmida. Já na praia de Cuipiranga foi diferente, onde 41 dos 47 isolados foram recuperados de areia seca (Figura 5). De acordo com Dresch *et al.*, (2019), a influência do tipo de solo nas comunidades fúngicas geofílicas ainda é pouco discutida na literatura, no entanto, aspectos gerais referentes à umidade, temperatura, posição e composição orgânica do solo mostraram-se bastante influenciáveis no desenvolvimento das mesmas, onde solos mais

úmidos, superficiais e com maior oferta de material orgânico aumentam a presença e o crescimento de organismos fúngicos.

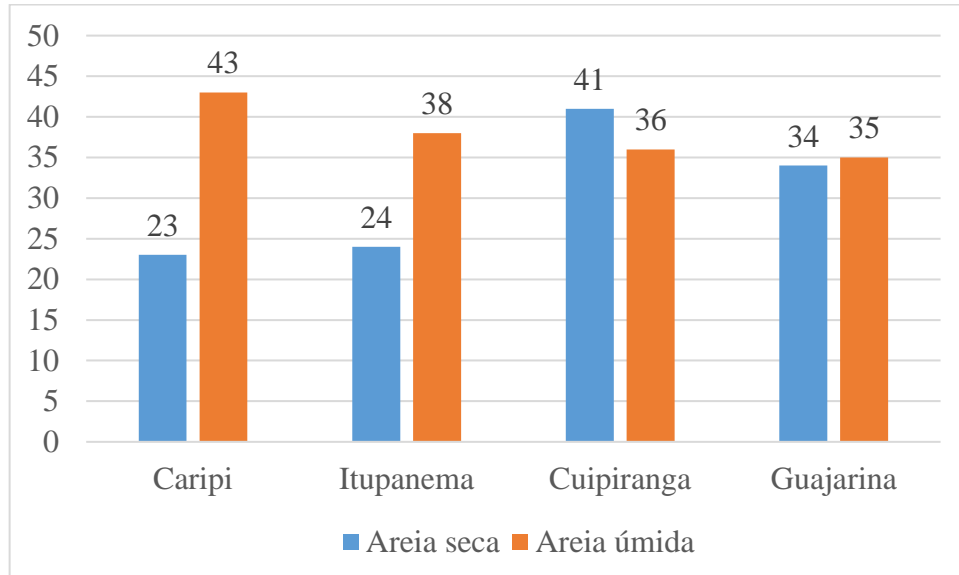


Figura 5. Positividade de amostras nas praias segundo o tipo de areia (seca e úmida).

A diversidade de táxons encontrados nas praias pesquisadas mostra que a praia de Cuipiranga apresentou a maior diversidade de fungos com seis táxons identificados. Na praia de Caripi foram identificados cinco táxons de fungos queratinofílicos, Itupanema quatro táxons e Guajarina três. Colônias sem esporulação aqui definidas como Micélio Estéril (ME), foram registradas nas praias de Guajarina e Caripi, ressaltando-se que estas colônias foram de micélio escuro (Tabela 3). A diversidade da microbiota de amostras de solo tem sido relatada por outros autores, embora com variações em relação aos táxons e suas frequências, como pode ser evidenciado na pesquisa realizada por Bernardi *et al.* (2009), em praças públicas da cidade de Jaboticabal-SP, onde foram registrados *Aspergillus* sp., *Fonsecaea* sp., *Fusarium* sp., *Microsporum* sp., Micélio estéril, *Penicillium* sp., *Phialophora* sp. e *Rhizopus* sp. a maioria dos táxons encontrados coincidentes com este trabalho. Já Takahashi *et al.* (2011), realizaram um levantamento em solos de parques e praças no município de São Bernardo do Campo, no total 148 fungos foram isolados, destacando-se os gêneros *Cunninghamella*, *Fusarium*, *aecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma* e *Verticillium*, chamando atenção a ausência de *Aspergillus*.

Na região nordeste, Leal *et al.* (2009), analisaram a correlação entre fungos queratinofílicos isolados do solo e agentes de dermatomicoses em parques públicos na cidade de Recife (PE), 80 amostras de solo foram coletadas, destacando-se entre os táxons: *Aspergillus*

sp., *Fusarium* sp., *Microsporium* sp., *Myceliophthora* sp., *Paecilomyces* sp., e *Trichophyton* sp., onde *Fusarium* sp., foi muito representativo com 50 isolados, corroborando assim com o resultado desta pesquisa, onde foram isoladas 183 colônias deste gênero. No estado do Pará trabalhos com fungos queratinofílicos são escassos, e se referem na sua grande maioria a áreas de recreação e praias de água doce. Vidal *et al.* (2017), pesquisaram áreas recreacionais do município de Santarém, e obtiveram 43 amostras de solo, das quais destacam-se *Aspergillus* sp., *Acremonium* sp., *Epidermophyton* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Trichoderma* sp., os gêneros encontrados coincidem majoritariamente com nossos resultados, com exceção ao gênero *Cladosporium*. Em praias de água doce Ferreira *et al.* (2007), isolaram 65 amostras da areia de quatro praias da Ilha de Mosqueiro, em Belém-PA, os principais gêneros encontrados foram *Acremonium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Paecilomyces* e *Penicillium*. O único trabalho encontrado em praias do município de Barcarena foi realizado por Monteiro *et al.* (2007), onde seis amostras de água e doze de areia foram isoladas, resultando em 108 colônias, as amostras do solo tiveram a predominância dos gêneros *Acremonium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* e *Trichoderma* resultados coincidentes com a maioria dos nossos achados.

Tabela 3. Diversidade de táxons encontrados nas praias pesquisadas.

Táxons	Praias			
	Cuipiranga	Guajarina	Caripi	Itupanema
<i>Aspergillus</i> spp.	1	1	1	1
<i>Cladosporium</i> sp.	1	0	0	0
<i>Fusarium</i> spp.	1	1	1	1
<i>Penicillium</i> spp.	1	1	1	1
<i>Rhizopus</i> spp.	1	0	1	0
<i>Trichoderma</i> spp.	1	0	1	1
TOTAL	6	3	5	4

A porcentagem dos três principais táxons obtidos foram: *Fusarium* spp. (67%), *Aspergillus* spp. (15%) e *Penicillium* spp. (12%) (Figura 7) seguidos de *Trichoderma* spp. (3%), M.S.E. estéril (2%), *Rhizopus* spp. (1%) e *Cladosporium* sp. com apenas um isolado (Figura 6). *Fusarium* spp. foi encontrado com maior frequência na praia de Cuipiranga, com 53 isolados (Figura 8). Trata-se de um gênero anamorfo, cosmopolita, relacionado filogeneticamente ao filo Ascomycota, que inclui muitos fitopatógenos e produtores de toxinas de importância agrícola (Ma *et al.*, 2013). Nos humanos as infecções causadas por *Fusarium*, no geral ocorrem por contato com a superfície corporal, podendo atingir a pele, unha, córneas

e articulações (Atalla *et al.*, 2010). Em relação aos fatores predisponentes para infecções nas unhas causadas por esses fungos, destacam-se traumas, distrofias ou infecções já presentes ocasionadas por dermatófitos ou leveduras, dentre os principais agentes de onicomicose, citam-se *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. e *F. oxysporum* Schltd. (Gugnani, 2003).

Nesta pesquisa *Aspergillus* spp. esteve presente com maior frequência na praia de Caripi, totalizando 18 colônias (Figura 8). Segundo Lacaz *et al.*, (2002), *Aspergillus* é um gênero encontrado naturalmente no ambiente, podendo acarretar inúmeras complicações em pacientes imunocomprometidos. Existem mais de 1086 espécies de *Aspergillus* (Index Fungorum, 2022). *Acremonium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* e *Trichoderma* com 40 espécies sendo relatadas como agentes casuais de infecções oportunistas em humanos, destacando-se *A. fumigatus* Fresen. como o mais frequente, seguido por *A. flavus* Link e *A. niger* Tiegh. (De Hoog *et al.*, 2000). A inalação de esporos pode ocasionar doenças pulmonares que vão desde inflamações locais das vias aéreas até infecções graves com alto risco de morte (Beisswenger *et al.*, 2012). A aspergilose, infecção causada por *Aspergillus*, pode se apresentar sob várias formas clínicas, tais como as dermatomicoses de pés e mãos, onicomicoses, aspergilose broncopulmonar e a aspergilose invasiva, que apresenta altos índices de óbitos (Zaitz, 2010).

Penicillium spp. foi encontrado com mais frequência na praia de Guajarina, com 13 isolados (Figura 8). Apresentam mais de 1300 espécies (Index Fungorum, 2022), no geral não são patogênicas para homens e animais, e raramente estão envolvidas em infecções (Lacaz *et al.*, 1998). *Penicillium marneffe* Segretain *et al.*, é endêmico do sudoeste asiático e causa infecção em humanos e roedores, e um dos principais causadores de doenças oportunistas entre pacientes com o vírus da AIDS (Yousukh *et al.*, 2004). Assim como *Aspergillus*, algumas espécies de *Penicillium* produzem micotoxinas, podendo causar intoxicações graves e fatais em animais, por meio da ingestão de alimentos contaminados (Lacaz *et al.*, 2002).

Trichoderma spp. foi encontrado com maior frequência na praia de Cuipiranga, com três isolados (Figura 8). São fungos onipresentes colonizadores de materiais celulósicos e, portanto, podem ser encontrados onde tiver material de origem vegetal em decomposição (Schuster & Schmoll, 2010). Algumas linhagens de *Trichoderma* são utilizadas no controle de fitopatógenos e na promoção de crescimento vegetal devido a sua versatilidade de ação, como parasitismo, antibiose e competição, além de atuarem como indutores de resistência das plantas contra doenças (Machado *et al.*, 2012). A espécie *Trichoderma longibrachiatum* Rifai é relatada como patógeno de hospedeiros imunossuprimidos. No entanto, alguns casos recentes relatam

que determinadas espécies vêm causando infecções em humanos com a imunidade normal (Mukherjee *et al.*, 2019).

Rhizopus spp. foi encontrado com maior frequência na praia de Cuipiranga, com duas colônias isoladas (Figura 8). O gênero pertence ao filo Mucoromycota, ordem Mucorales, caracterizada pela formação de micélio cenocítico com formação de esporangiosporos. São fungos sapróbios, aeróbios, com predileção pelos seios nasais e pulmões (Zaitz, 2010). Alguns gêneros de Mucorales, como *Rhizopus* e *Mucor*, são responsáveis por infecções fúngicas oportunistas, denominadas mucormicoses, com manifestações clínicas superficiais ou profundas, localizadas ou sistêmicas, geralmente aguda (Soare *et al.*, 2020). *Rhizopus* é um dos três agentes mais frequente e com maiores taxas de mortalidade, especialmente em diabéticos *Cunninghamella bertholletiae* Stadel (77%), *Rhizopus* spp. (57%) e *Mucor* spp. (41%) (Walther *et al.*, 2019).

Cladosporium foi encontrado apenas na praia de Cuipiranga, com apenas um representante (Figura 8), este gênero compreende mais de 800 espécies (Index Fungorum, 2022). Várias espécies são patógenas de plantas, ocasionando manchas foliares e outras lesões, ou até mesmo parasitando outros fungos (Revankar & Sutton, 2010). Também são capazes de digerir as proteínas da epiderme, causando variadas lesões de pele, podendo ir de pequenas manchas avermelhadas até severas erupções (Espinel-Ingroff *et al.*, 1986). Um pequeno número de espécies tem sido relatado como causadoras de infecções em humanos (Menezes *et al.*, 2017), citando-se como espécies de interesse médico *C. cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *C. herbarum* (Pers.) Link, *C. oxysporum* Berk. & M.A. Curtis e *C. sphaerospermum* Penz (De Hoog *et al.*, 2000).

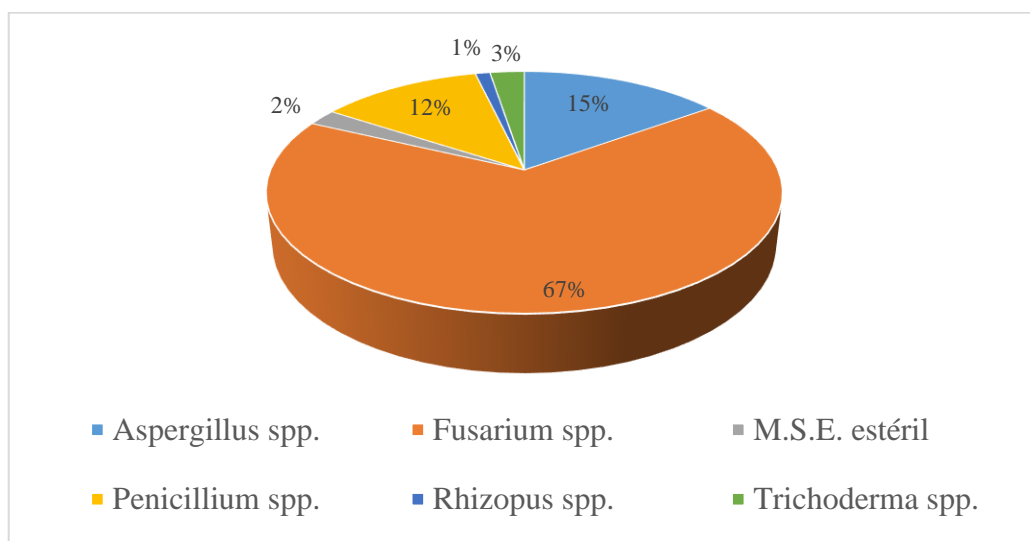


Figura 6. Percentual de fungos queratinofílicos encontrados nas amostras.

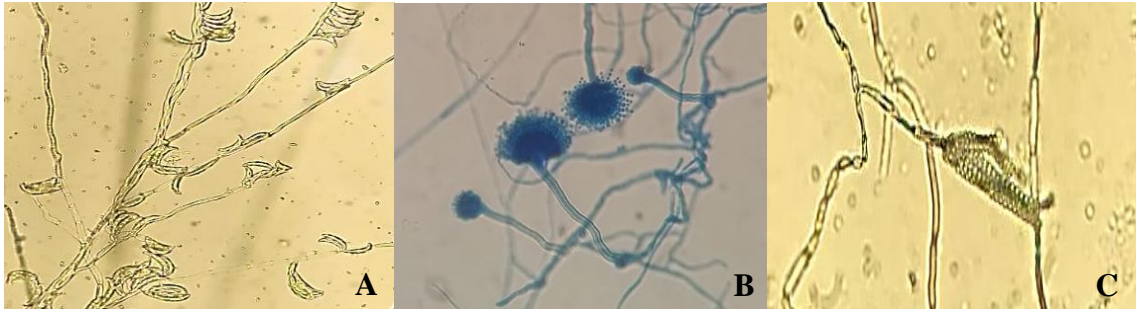


Figura 7. Fotomicrografias dos três principais gêneros encontrados–(A) macroconídios do gênero *Fusarium*; (B) conidióforo capitado do gênero *Aspergillus*; (C) conidióforo ramificado do gênero *Penicillium*.

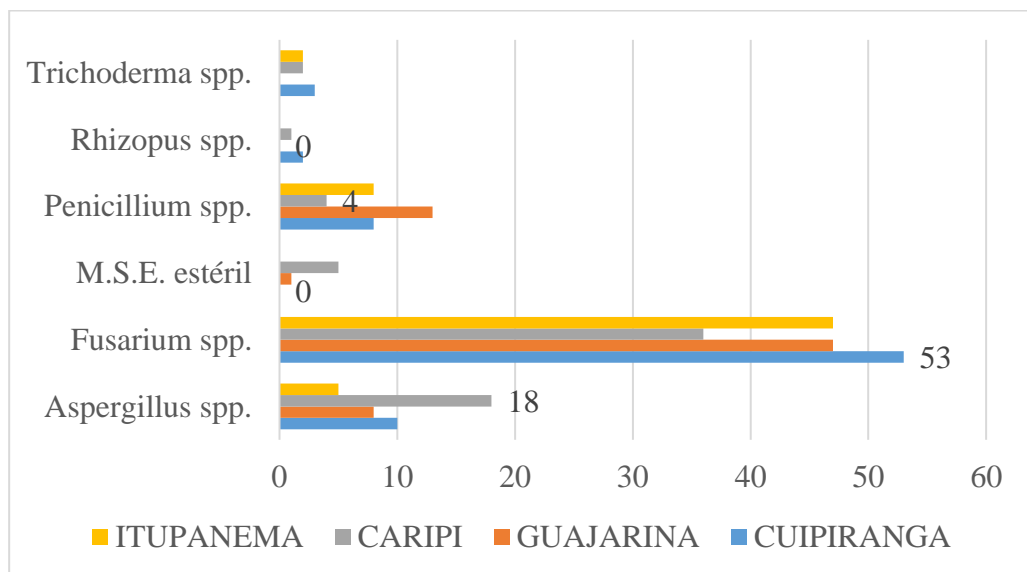


Figura 8. Frequência de táxons encontrados por praia.

O maior número de isolados foi obtido na praia de Cuipiranga, com 77 táxons, seguido por Guajarina, com 69 táxons. As praias próximas ao polo industrial tiveram 66 táxons isolados na praia de Caripi e 62 em Itupanema (Figura 9). Sabe-se que a presença de homens e animais influencia na distribuição dos fungos queratinofílicos no ambiente (Kunert, 2000), fato este que motivou a escolha de areia de praias para o desenvolvimento desta pesquisa. As praias Caripi e Itupanema que ficam próximas ao polo industrial, apresentaram um menor número de isolados, em comparação as praias de Guajarina e Cuipiranga, onde obteve-se maior frequência de fungos. Este resultado pode estar relacionado a uma maior incidência de luz solar e ações de limpeza realizadas diariamente nas praias de Caripi e Itupanema. Segundo Nematollahi *et al.*, (2015), a incidência de luz solar pode influenciar negativamente no desenvolvimento da microbiota o que pode justificar a menor diversidade de fungos nas praias próximas ao polo industrial. A limpeza realizada nas praias também tem grande influência pois segundo Vidal *et al.*, (2017) areias de praias, expostas a lixo, fezes e urina de animais e secreções do corpo de

crianças e adultos se tornam ambientes propícios para a proliferação de bactérias, fungos e parasitas patogênicos.

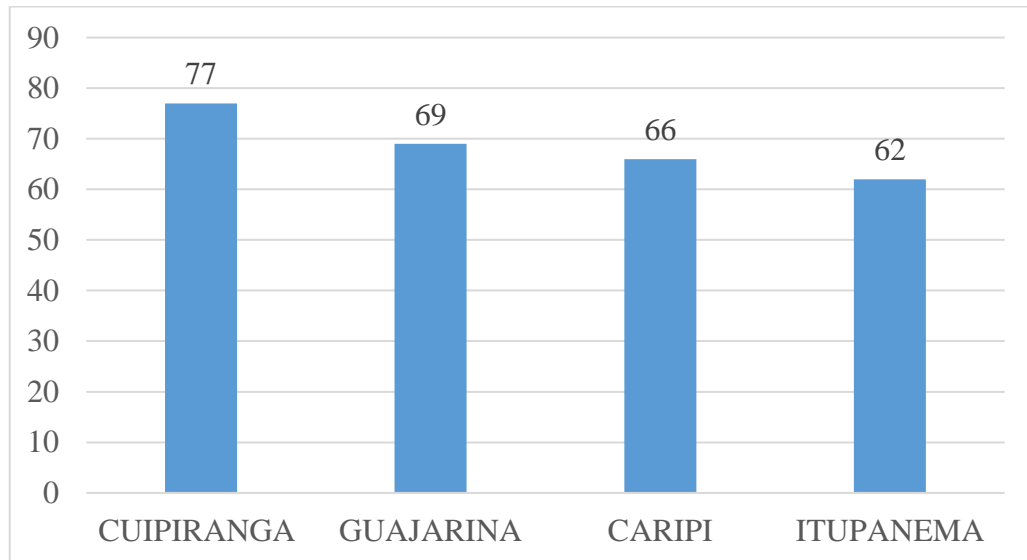


Figura 9. Distribuição do número de táxons solados por praia.

4. CONCLUSÃO

A partir das amostras de areia das quatro praias analisadas, conclui-se que:

- A microbiota queratinofílica das praias de Cuipiranga, Guajarina, Caripi e Itupanema, esteve representada predominantemente por fungos mitospóricos, registando-se ainda a ocorrência fungos não esporulantes.
- Os táxons identificados são de habitat terrestre, em geral sapróbios, e a presença de substratos adequados devem garantir a manutenção destes nos ambientes pesquisados;
- A maior diversidade de espécies foi observada na praia de Cuipiranga e a menor diversidade nas praias de Guajarina, ressaltando-se que a primeira praia está mais distante do polo industrial e sujeita a menor ação antrópica;
- A maior frequência foi observada na praia de Cuipiranga e a menor em Itupanema, sugerindo que menor ação antrópica pode favorecer a manutenção dos fungos;
- Globalmente a maior frequência de fungos ocorreu em areia úmida, porém com maiores diferenças nas praias Caripi e Itupanema, que são praias com extensão contínuas, apresentando um padrão similar. Já nas praias Cuipiranga e Guajarina a diferença entre areia úmida e areia seca foi pequena;
- Não foram isolados dermatófitos, indicando que o solo arenoso talvez não seja propício à manutenção destes fungos no local, ou à raridade de substratos adequados disponíveis;
- *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* foram os gêneros predominantes. Estes gêneros são ubíquos e esporulam facilmente, facilitando sua dispersão;
- Todos os táxons de fungos queratinofílicos registrados têm potencial patogênico como agentes de infecções superficiais e profundas no homem, especialmente em pacientes imunocomprometidos. Entre os causadores de patologias vegetais destaca-se *Cladosporium* e *Fusarium*.

REFERÊNCIAS

ANANE, S. Epidemiological investigation of keratinophilic fungi from soils of Djerba (Tunisia). **Journal de Mycologie Médicale**, v.22, ed. 3, págs 225-229. 2012.

ATALLA, A.; NETO, A.E.H.; RIBEIRO, C.C.O.S.; OLIVEIRA, L.R.P.; RIANI, L.R.; SOARES, G.M.T. Fusariose em transplante autólogo de medula óssea: relato de caso e considerações associadas. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 36, n. 3, p. 245-249, jul./set. 2010.

BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3 Edition**, Burgess Publishing Co., Minneapolis, 241 p. 1972.

BEISSWENGER, C.; HESS, C.; BALS, R. *Aspergillus fumigatus* conidia induce interferon- β signalling in respiratory epithelial cells. **European Respiratory Journal** , 39: 411-418, 2012.

BERNARDI, A.C.A.; SILVA, J.L.M.da.; SOUTO, A.P.G. & ALMEIDA, C.C.de. Estudo de fungos queratinofílicos geofílicos em praças públicas de Jaboticabal-SP. **Revista Uniara**, v. 12, n.2, dez. 2009.

BRILHANTE, R.S.N.; CORDEIRO, R.A.; ROCHA, M.F.G.; MONTEIRO, A.J.; MEIRELES, T.; SIDRIM, J.J.C. *Tinea capitis* in dermatology center in the city of Fortaleza, Brazil: The role of *Trichophyton tonsurans*. **International Journal of Dermatology**, v. 43, págs. 575-579, 2004.

BRONDANI, L. & BATISTA, L.D.R. **Pesquisa de fungos dermatófitos queratinofílicos em amostras de areia de praças públicas do município de Porto Velho-RO**. Monografia apresentada ao curso de Biomedicina. Faculdade São Lucas. pg.20. 2015.

CRISTIANO, E.M.; DIOGO, NV.; SILVA, M.C.S.; VELOSO, T.G.R.; CARDOSO, W.S.; KASUYA, M.C.M.; PEREIRA, L.L. Fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiro (*Coffea arabica* L) cultivados em diferentes altitudes e faces de exposição ao sol. **X Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil**, 2019.

COSTA, K.S. **Fungos queratinofílicos e queratinolíticos em solos de escolas públicas da cidade de Belém, PA**. Trabalho de Conclusão de Curso a Faculdade de Biomedicina. Universidade Federal do Pará. 2012.

COSTA, M., PASSOS, X.S., SOUZA, L.K.H; MIRANDA, A.T.B; LEMOS, J.A; OLIVEIRA JUNIOR, J.G. & SILVA, M.R.R. Epidemiologia e etiologia das dermatofitoses em Goiânia, GO, Brasil. **Rev. Soc.Bras. Med. Trop.** vol.35. págs. 302304, 2002.

DROZDOWICZ, A.G. Microbiologia ambiental. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L.R.; AZEVEDO, J.L. (Eds.). **Tratado de microbiologia** Rio de Janeiro: Manole, v.2, p.1-102. 1991.

DESHMUKH, S.K. Keratinophilic fungi isolated from soils of Mumbai, India. **Mycopathologia** **146**, págs. 115–116. 1999.

DE HOOG G.S.; GUARRO, J.; GENEJ. & FIGUERAS, M.J. **Atlas of Clinical Fungi**. 2 Ed. 2000.

DE HOOG, G.S. & GUARRO, J. **Atlas off Clinical Fungi**. V.39, Issue 7-8, July 1996.

DRESCH, F.; LANA, D.F.D.; MACIEL, M.J. Avaliação das comunidades fúngicas encontradas em amostras de solo: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.6, p.67-76, 2019.

ESPINEL-INGROFF, A.; SHADOMY, S.; DIXON, D.; GOLDSON, P. Exoantigen test for *Cladosporium bantianum*, *Fonsecaea pedrosoi* and *Phialophora verrucosa*. **Journal of Clinical Microbiology**, **23**(2): 305-31, 1986.

FERREIRA, L.S.; COSTA, P.F.; MONTEIRO, W.P. & MESQUITA, R.C. Isolamento de fungos filamentosos queratinofílicos em areias de praias na ilha de Mosqueiro-Belém-PA. In: **59 Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Belém. 2007.

GOMES, D.N.F.; CAVALCANTI, M.A.Q.; FERNANDES, M.J.S.; LIMA, D.M.M.; PASSAVANTE, J.Z.O.; Filamentous fungi isolated from sand and water of “Bairro Novo” and “Casa Caida” beaches, Olinda, Pernambuco, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, p. 577-582, 2008.

GONZÁLEZ, M.D.C.; HANLIN, R.T.; HERRERA, T. & ULLOA, M. Fungi colonizing hair-baits from three coastal beaches of Mexico. **Mycoscience**, v. **41**, Ed. 3, págs. 259-262. 2000.

GUGNANI, H.C. Nondermatophytic filamentous keratinophilic fungi and their role in human infection. **Polish Journal Environmental Studies** 12:461-466, 2003.

HAZEU, M.T. **O não-lugar do outro: sistemas migratórios e transformações sociais em Barcarena**. 2015. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Socioambiental). Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/panorama>. Acesso em: 19.11.2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Website**. 2012. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> Acesso em: 2012.

INDEX FUNGORUM |“*Aspergillus*”|39019| Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Data de acesso: 06 de março de 2022.

INDEX FUNGORUM |“*Penicillium*”|9257| Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Data de acesso: 06 de março de 2022.

INDEX FUNGORUM |“*Cladosporium*”|7681| Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Data de acesso: 06 de março de 2022.

KAUL, S. & SUMBALI, G. Production of extracellular keratinase by keratinophilic fungal species inhabiting feathers of living poultry birds (*Gallus domesticus*). **Mycopathologia**, v. **146**, págs. 19-24, 1999.

KUNERT, J. Physiology of keratinophilic fungi. In: KUSHWAHA R.K.S.; GUARRO J. Biology of Dermatophytes and other Keratinophilic Fungi. **Revista Iberoamericana de Micología**. Cap.10 págs. 77-85. 2000.

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M.; MELO, N.T. **Tratado de Micologia Médica**. 9 ed. Sarvier: São Paulo, 2002.

LACAZ, S.C; PORTO, E.; HEINS-VACCARI, E.M.; MELO, N.T. **Guia para Identificação: Fungos, Actinomicetos, Algas de Interesse Médico**. São Paulo: Sarvier, 445p. 1998.

LEAL, A.F.G.; MACÊDO, D.P.C.; LARANJEIRA, D.; SOUZA-MOTTA, C.M.de.; FERNANDES, M.J.S; MAGALHÃES, O.M.C.; BELTRÃO, E.I.C. & NEVES, R.P. Correlação epidemiológica entre fungos queratinofílicos isolados do solo e agentes de dermatomicoses. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** **42**, págs. 471-473, jul-ago, 2009.

LINZ, C.H.C. Fungos queratinofílicos isolados de solo da baixada fluminense. **Pesquisa agropecuária brasileira. Vet.** **7**, págs. 5-7. 1972.

LOBATO, F.H.S.; DANTAS, H.E.F.; TRINDADE, G.M.S.; OLIVEIRA, J.P.; SOUSA, M.S.F.; ALMEIDA, N.J.R. Desastres tecnológicos e ambientais na Comunidade Bom Futuro, Barcarena (PA): Uma análise regressiva dos impactos. **Diversitas journal**. Santana do Ipanema/AL. vol. 6, n. 2; p.2040-2057, abr./jun. 2021.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, A.C.F.S.; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Vol. 35, 1, jan/jun. 2012.

MA, L.J.; GEISER, D.M.; PROCTOR, R.H.; ROONEY, A.P.; O'DONNELL, K.; TRAIL, F.; GARDINER, D.M.; MANNERS, J.M.; KAZAN, K. *Fusarium* Pathogenomics. **Annu. Rev. Microbiol.** 67: 399-416, 2013.

MAGALHÃES, O.M.C.; QUEIROZ, L.A.; CARNEIRO, S.; CABRAL, D.V.; SOUZAMOTTA, C.M.; FERNANDES, M.J.S. Fungos isolados de areia de praias da cidade do Recife-PE. **Resumos do II Congresso Brasileiro de Micologia**, v. 6, p. 183- 184.1998.

MARCHISIO, V.F. Keratinophilic fungi: Their role in nature and degradation of keratinic substrates. In: KUSWAHA, R.K.S.; GUARRO, J (Eds.). *Biology of Dermatophytes and other Keratinophilic Fungi*. Bilbao, **Rev Iberoam Micol**, cap.4, 86-92, 2000.

MIGAHEED, F.F.; Distribution of Fungi in the Sandy Soil of Egyptian Beaches. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. V. 06. Issue: 10. 2003.

MONTEIRO, J.S.; GUTIÉRREZ, A.H. & COSTA, S.P.S.E. Fungos filamentosos da água e solo de três praias localizadas no município de Barcarena-PA. In: **59 Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Belém. 2007.

MUKHERJEE, P.K.; HORWITZ, B.A.; SINGH, U.S.; MUKHERJEE, M.; SCHMOLL, M. *Trichoderma* in Agriculture, Industry and Medicine: an Overview. **Trichoderma: Biology and Applications**. CAB International 2013. n.6, p.67-76, 2019.

MENEZES, C.P.; DE LIMA, A.L.A.; OLIVEIRA, E.L. *Cladosporium* spp.: morfologia, infecções e espécies patogênicas. **Acta Brasiliensis**, 1 (1), 23-27, 2017.

NASCIMENTO, P.A.M.; **Gestão Ambiental em Area de Risco no Município de Barcarena/Pará**. Dissertação de Mestrado em Gestão e Auditoria Ambiental. Universidade de León, Florianópolis, 2010.

NEMATOLLAHI, A.R.; BADIEE, P.; NOURNIA, E. The efficacy of ultraviolet irradiation on *Trichophyton* species isolated from nails. **Jundishapur. Journal of Microbiology**, v. 8, p. 6-11, 2015.

ONOFRI, S.; ANASTASI, A.; DEL-FRATE, G.; DI-PIAZZA, S.; GARNERO, N.; GUGLIELMINETTI, M.; ISOLA, D.; PANNO, L.; RIPA, C.; SELBMANN, L.; VARESE, G.C.; VOYRON, S.; ZOTTI, M. & ZUCCONI, L. Biodiversity of rock, beach and water fungi in Italy. **Plant Biosystems** **145**, págs. 978-987. 2011.

PAPINI, R.; MANCIANT, F.; GRASSATTI, G.; CARDINI, G. Survey of keratinophilic fungi isolated from city park soils of Pisa, Italy. **Mycopathologia, Netherlands**, v.143, n. 1, págs. 17-23, 1998.

PEREIRA, L.F.S.; NEVES, A.D.C.; FONTES, M.L.A.; BRABO, G.L.C.; LINO, R.M.; TRINDADE, E.L. da. & BEZERRA, N.V. Avaliação da presença de fungos no ar, água e areia de duas praias de Outeiro, Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Health Review**. v. 2, n. 5, págs. 4174-4187 sep./out. 2019.

PINTO, K.C. **Avaliação sanitária das águas e areias de praias da Baixada Santista, São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2010.

PINTO, F.O.; DESIDÉRIO, V.T.R.O.; SANTOS, L.J.; GUIMARÃES, C.R.E.; BARROS, T.F. Investigação da presença de fungos dermatófitos em praias de Salvador, Bahia. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p. 13148-13160 may./jun. 2021.

PONTES, Z.; OLIVEIRA, A.; GUERRA, F.; PONTES, L.; SANTOS, J. Distribution of dermatophytes from soils of urban and rural areas of cities of Paraíba state, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 55, p. 377-83, 2013.

POSSATTO, J.T.; PELEGRINI, A.; QUEIROZ, C.M.P. de. & SOUZA, M.C. Levantamento de fungos queratinofílicos em solo de parques e praças públicas no município de São Bernardo do Campo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra, Volume 11** - Número 1 - 1º Semestre 2011.

PREFEITURA DE BARCARENA. **Geografia**. Disponível em: <https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/pagina?id=10&url=geografia>. Acesso em: 12.11.2019.

REVANKAR, S.G. & SUTTON, D.A. Melanized fungi in human disease. **Clinical Microbiology Reviews**, **23**(4): 884–928, 2010.

RIDDELL, R.W. Permanent mycological preparations obtained by slide culture. **Mycopathologia**, v.42, p.265-270, 1950.

ROSA, F.C.; SANTOS, C.I. do.; ANDRADE M.C. de.; SOARES, J.F.; PEREIRA, J.K.R.; FARIAS, J.R. & NASCIMENTO S.N.R. do. Identificação de fungos patogênicos em areia da praia do Calhau, São Luís-MA, litoral nordeste do Brasil. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, **12**, págs. 336-346. 2021.

SHARMA R.; RAJAK R.C. Keratinophilic fungi: nature's keratin cycling machines! Their isolation, identification and ecological role. **Resonance** **8**(9): 28–40.2003.

SABINO, R.; VERÍSSIMO, C.; CUNHA, M.A.; WERGIKOSKI, B.; FERREIRA, F.C.; RODRIGUES, R.; PARADA, H.; FALCÃO, L.; ROSADO, L.; PINHEIRO, C.; PAIXÃO, E.; BRANDÃO, J. Pathogenic fungi: An unacknowledged risk at coastal resorts? New insights on microbiological sand quality in Portugal. **Marine Pollution Bulletin**, v. **62**, p. 1506-11, 2011.

SANTOS, D.A.; OLIVEIRA, J.A.A. & CORTEZ, A.C.A. Fungos queratinofílicos (dermatofílicos e não dermatofílicos) isolados de amostras de solo, do pátio da escola estadual Djalma Batista/Manaus. **61 Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**. Manaus. 2009.

SCHUSTER, A. & SCHMOLL, M. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. **Applied Microbiology and Biotechnology** **87**, 787-799. 2010.

SOARE, A.Y.; WATKINS, T.N.; BRUNO, V.M. Understanding Mucormycoses in the age of “omics”. **Front Genet** **11**.2020.

SOUZA, M.C. & ARRUK, V.G. Levantamento de espécies de fungos queratinofílicos e resistentes a ciclohexamida de solo coletado de escolas de educação infantil de São Bernardo do Campo e subsequente ação educativa de prevenção. **Rev Soc Bras Med Trop.**, v. **40**, p. 23, 2003.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia** – 12. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

TAKAHASHI, J.P.; PELEGRINI, A.; PEREIRA, C.Q.M.; SOUZA, M.C. Levantamento de fungos queratinofílicos em solo de parques e praças públicas no município de São Bernardo do Campo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V. 11 – N. 1 - 1º Semestre 2011.

ULFIG, K., GUARRO, J., CANO, J., GENÉ, J., VIDAL, P. & FIGUERAS, M. J. **Water, Air, and Soil Pollut.** **96**, págs. 1–4. 1997.

VANBREUSEGHEM, R. Technique Biologique pour l'isolament des Dermatophytes du Sol. **Annals of the Belgian Society of Tropical Medicine**, **32**: 173-178. 1952.

VAZ, L.O.; SILVA, M.B.; RAMOS, A.D.; GONÇALVES, R.F.; CASSINI, S.T.A. Consolidação dos Dados Sobre a Qualidade Sanitária de Areias de Contato Primário em Escolas e Logradouros Públicos da Cidade de Vitória – Espírito Santo. **XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Anais. Campo Grande MS, 2005.

VIANI, F.C.; DOS SANTOS, J.I.; PAULA, C.R.; LARSON, C.E.; GAMBALE, W. Production of extracellular enzymes by *Microsporium canis* and their role in its virulence. **Medical Mycology**, v. **39**, págs. 463-468, 2001.

VIDAL, V.V.; CANTO, E.S.M.; SOUSA, J.S.C.; FROTA, J.K.C.; SANTOS, T.T. Ocorrência de fungos queratinofílicos em solo de áreas recreacionais de Santarém-PA, Brasil. **Revista Cereus**, v. **9**, n.2, mai/ago, UnirG, Gurupi, TO, Brasil. 2017.

WALTHER, G.; WAGNER, L.; KURZAI, O. Updates on the taxonomy of Mucorales with an emphasis on clinically important taxa. **J Fungi (Basel)**. **5**. 2019

YOUSUKH, A.; JUTAVIJITTUM, P.; PISETPONGSA, P.; CHITAPANARUX, T.; THONGSAWAT, S.; SENBA, M.; TORIYAMA, K. Clinicopathologic Study of Hepatic *Penicillium marneffe* in Northern Thailand. **Arch Pathol Lab Med—Vol 128**, 2004.

ZAITS, C.; CAMPBELL, I.; MARQUES, S.A.; RUIZ, L.R.B.; FRAMIL, V.M.S. **Compêndio de micologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 432p, 2010.