

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE

QUALIDADE SANITÁRIA DA ORLA DE JOÃO PESSOA-PB, COM BASE EM FATORES
BIÓTICOS E ABIÓTICOS

JOÃO PESSOA
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
ELISE MORASKI NOGUEIRA

**QUALIDADE SANITÁRIA DA ORLA DE JOÃO PESSOA-PB, COM BASE EM FATORES
BIÓTICOS E ABIÓTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Profº Dr. José Soares do Nascimento.
Área de concentração: Gerenciamento ambiental.
Linha de pesquisa: Indicadores Ambientais, Qualidade de vida e Desenvolvimento Sustentável.

João Pessoa
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N778q Nogueira, Elise Moraski.

Qualidade sanitária na orla de João Pessoa-PB com base
em fatores bióticos e abióticos / Elise Moraski

Nogueira. - João Pessoa, 2018.

66 f. : il.

Orientação: José Soares do Nascimento.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Fungos anemófilos. 2. balneabilidade. 3.
bioindicadores. 4. praias urbanas. I. Nascimento, José
Soares do. II. Título.

UFPB/BC

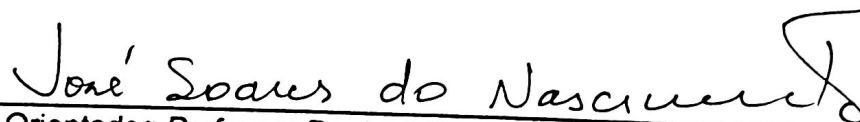
ELISE MORASKI NOGUEIRA

QUALIDADE SANITÁRIA DA ORLA DE JOÃO PESSOA-PB, COM BASE EM FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

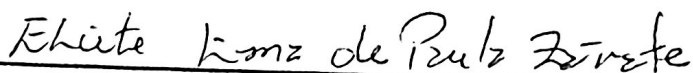
João Pessoa, 30 de julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Professor Dr. José Soares do Nascimento
Universidade Federal da Paraíba

Membro interno: Professor Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Universidade Federal da Paraíba



Membro externo: Professora Dra. Eliete Lima de Paula Zárate
Universidade Federal da Paraíba

À Lucibele
E à minha mãe, *in memoriam*,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos,

Ao Professor e Coordenador do PRODEMA Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena, por sua compreensão diante dos percalços que encontrei ao longo do mestrado,

Ao meu orientador Professor Dr. José Soares do Nascimento, por suas contribuições acadêmicas e na identificação dos fungos,

Aos Professores Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva, Dra. Eliete Lima de Paula Zárate e Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima, pelas contribuições nas bancas em que estiveram presentes,

À equipe do laboratório de Microbiologia do DFP/UFPB, Gilmar, “Seu” Antônio e Olga, pela ajuda na preparação do material de análise dos fungos,

À professora Elisa Gonsalves Possebon, pela oportunidade de aprendizado em suas aulas,

À Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), pelos dados de balneabilidade e disposição em ajudar,

Aos motoristas do CCEN/UFPB, pelo ânimo e bom humor sempre presentes na prestação de serviços,

À minha mãe, *in memoriam*, pelo esforço de uma vida em me colocar onde eu sempre sonhei estar e por me ensinar a nunca desistir de lutar,

À minha avó Claudette, *in memoriam*, pelo exemplo de que lugar de mulher é onde ela quiser, e ao meu avô Alan, pelo carinho de sempre,

À minha tia Christine, pelo apoio mesmo de longe e por ser minha primeira referência como cientista,

À minha noiva e companheira de vida, Lucibele Eduarda Bento da Silva, que me ajudou por incontáveis vezes, em todas as etapas desse trabalho, seja cuidando dos meus (nossos) gatos, me dando respaldo físico e emocional, me ajudando nas coletas e na interpretação dos dados, me hidratando e alimentando “com força”, lendo e relendo meus escritos e resolvendo tantos problemas que pareciam sem solução. Sem você esse trabalho não teria sido possível, meu amor.

Aos meus queridos amigos Milena Magistralli, Thaís Seidel e Felipe “Whiski”, por sempre terem um cantinho pra mim, pelos papos filosóficos, viagens paradisíacas e momentos de descontração,

À minha queridíssima amiga-irmã Andressa Cassandra Bernt (mais um agradecimento pra conta, amiga, será que conta no *Lattes*?), obrigada pelas contribuições e pelo carinho de sempre,

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a execução desse trabalho,

Muitíssimo Obrigada!

“O que fazes por sonhar
É o mundo que virá
Para ti
E para mim.”
(Cássia Eller – 1º de julho)

RESUMO

A Zona Costeira é um ambiente de transição entre o continente, o mar e a atmosfera, que assegura alimento, proteção a desastres naturais e antropogênicos, moradia e emprego. Entretanto, devido aos seus múltiplos usos, também passa por intensa degradação ambiental, principalmente devido ao processo de ocupação desordenado, extração dos recursos naturais e da poluição do solo, da água e do ar. A contaminação da água ocorre principalmente por meio do despejo sem tratamento de efluentes domésticos e industriais em córregos, galerias pluviais e diretamente no oceano, o que pode causar um acúmulo de matéria orgânica, gerando um aumento no número de microrganismos oportunistas, como fungos e bactérias, além de potencialmente veicular outros organismos nocivos à saúde humana e de outras espécies. A balneabilidade é um critério de classificação da qualidade da água que utiliza parâmetros físicos e químicos da água e do ambiente e também indicadores biológicos, como os coliformes totais. A investigação da balneabilidade, a identificação dos principais agentes de degradação das praias e da composição de fungos anemófilos da orla permitiram diagnosticar a qualidade sanitária das praias urbanas de João Pessoa-PB. Como resultado, Manaíra foi a praia com a pior qualidade da água, Penha foi a de maior quantidade de detritos orgânicos e inorgânicos observados na areia e Cabo Branco a de maior índice de fungos anemófilos, principalmente no período chuvoso. Como não foi encontrada relação entre a balneabilidade da água e a quantidade de fungos anemófilos, foi concluído que esse indicador não pode predizer a sua presença, pois mesmo praias consideradas próprias para recreação de contato primário podem conter microrganismos potencialmente patogênicos e, assim, é necessário um monitoramento específico para sua detecção.

Palavras-chave: Fungos anemófilos, balneabilidade, bioindicadores, praias urbanas.

ABSTRACT

The Coastal Zone is a transitional environment between the continent, the sea and the atmosphere, which ensures food, protection against natural and anthropogenic disasters, housing and employment. However, due to its multiple uses, it also undergoes intense environmental degradation, mainly due to the process of disorderly occupation, extraction of natural resources and general pollution of soil, water and air. Water pollution mainly occurs through the untreated discharge of domestic and industrial effluents into streams, stormwater galleries, and directly into the sea, which can cause an accumulation of organic matter leading to an increase in the number of opportunistic microorganisms such as fungi and bacteria, in addition to potentially other organisms harmful to human health and other species. Balneability is a criterion for classification of water quality that uses physical and chemical parameters of water and the environment as well as biological indicators such as total coliforms. The investigation of balneability, the identification of the main degradation agents of the beaches and the composition of airborne fungi of the shore allowed diagnosing the sanitary quality of the urban beaches of João Pessoa-PB. As a result, Manaíra was the beach with the worst water quality, Penha was the one with the highest amount of organic and inorganic debris observed in the sand and Cabo Branco with the highest index of airborne fungi, mainly in the rainy season. As no relationship was found between water balneability and anemophilous fungi, it was concluded that this indicator cannot predict its presence, since even beaches considered to be primary contact recreation may contain potentially pathogenic microorganisms and therefore specific monitoring is required.

Keywords: airborne fungi, balneability, bioindicators, urban beaches.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa com a localização de João Pessoa-PB (A) e dos pontos de coleta (B). Fontes: Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB e Google Earth (modificado).....	13
Figura 2: Praia do Bessa: (A) com coqueiros e linha de deixa com detritos (B) Condomínio e restinga em frente à praia (D) Placa de sinalização sobre a Área de Preservação utilizada pelas Tartarugas-de-pente para nidificação (E) Lixeira em frente ao ponto de coleta.	14
Figura 3: Praia de Manaíra: (A) com presença de restinga (B) Enrocamento exposto na faixa de areia (C) Vista da praia para o calçadão de Manaíra (D) Comércio informal em frente ao ponto de coleta.....	15
Figura 4: Orla do Cabo Branco: (A) em um dia movimentado (B) Praia vazia (C) Ciclovia, calçadão e edificações em frente ao ponto de coleta (D) Restinga e placa indicativa de Área de Proteção Ambiental.....	16
Figura 5: Praia da Penha: (A) Estabelecimento “Peixada do Kiko”na Penha. (B) Ponto de coleta visto da praia. (C) Córrego urbano desaguando ao lado do ponto de coleta. (D) Linha de deixa? na praia com detritos orgânicos e inorgânicos.	18
Figura 6: Tendência de classificação das praias na orla de João Pessoa quanto à frequência de classificação da qualidade da água no período das coletas.	24
Figura 7: Quantidade de fungos nas praias de João Pessoa em cada coleta.....	25
Figura 8: Quantidade total de fungos nas praias e pluviosidade em milímetros ao longo dos meses em João Pessoa.....	27
Figura 9: Total de fungos observados na Zona Supralitoral (Figura 7.A) e Mesolitoral (Figura 7.B) ao longo das coletas.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°	Graus
‘	Minutos
“	Segundos
°C	Graus Celsius
ABAE	Associação Bandeira Azul da Europa
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Preservação Ambiental
APHA	American Public Health Association
ATM	Atmosferas
BDA	Batata-Dextrose-Ágar
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMA	Coordenação de Medições Ambientais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DFP	Departamento de Fisiologia e patologia
FEE	Foundation for Environmental Education
g	Gramas
Km	Quilômetros
IAR	Instituto Ambientes em Rede
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
mL	Mililitros
mm	Milímetros
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial da Saúde
PB	Paraíba
Ph	Potencial Hidrogeniônico
PNSB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNQA	Programa Nacional de Avaliação de Qualidade das Águas
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UFPB	Universidade Federal do Paraná
UNESCO	Org. das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

	DEDICATÓRIA	
	AGRADECIMENTOS	
	EPÍGRAFE	
	RESUMO	
	ABSTRACT	
	LISTA DE ILUSTRAÇÕES	
	LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS	
	SUMARIO	
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	3
2.1	OBJETIVO GERAL.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2.3	HIPÓTESES.....	3
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1	A DEGRADAÇÃO DA ZONA COSTEIRA	4
3.2	O MÉTODO-DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE.....	6
3.3	OS FUNGOS COMO BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO	8
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1	DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
4.1.1	Descrição das praias	13
4.2	PROCEDIMENTOS EM CAMPO	18
4.3	PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO.....	19
4.3.1	Isolamento dos fungos	19
4.3.2	Meio de cultura Batata Dextrose Ágar	19
4.3.3	Técnica do microcultivo ou cultura em lâmina	20
4.4	PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	20
4.4.1	Perfis de balneabilidade, coliformes totais e pluviosidade	20
4.4.2	Análise de dados	21
5	RESULTADOS.....	22
5.1	FATORES ABIÓTICOS E INDICADORES VISUAIS DE DEGRADAÇÃO NA ORLA 22	
5.2	BALNEABILIDADE	23
5.3	FREQUÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS FUNGOS	24
6	DISCUSSÃO.....	30
6.1	BALNEABILIDADE E COLIFORMES.....	30
6.2	FATORES ABIÓTICOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO DA ORLA.....	32
6.3	QUANTIDADE DE FUNGOS	34
7	CONCLUSÃO	37
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS.....	1

1 INTRODUÇÃO

A Zona Costeira é uma região de transição entre o continente, a atmosfera e o oceano que assegura proteção a desastres naturais e antropogênicos, alimento, emprego, recreação e moradia. Por isso, cerca de metade da população mundial vive a pelo menos 100km do litoral. A costa do Brasil tem aproximadamente 8.500km de extensão, com mais de 50 milhões de pessoas – 26% da população nacional – distribuídas em 17 estados, por 463 municípios e 16 metrópoles (SCHERER et al., 2010).

Na Paraíba, Nordeste do Brasil, mais de 27% da população reside na orla (IBGE, 2011), caracterizada por sua beleza cênica, com domínio do clima tropical – quente e úmido, forte influência dos ventos alísios e período de estiagem de setembro a janeiro, conferindo à região enorme potencial turístico, o qual está na lista dos 65 municípios indutores de turismo no Brasil (SEBRAE, 2014). Na faixa marítima, destacam-se os recifes corais, que formam ecossistemas altamente diversificados e que provêm muitos recursos naturais que são de grande importância ecológica, econômica e social (SCHERER et al., 2010).

No estado, quase 950.000 pessoas dependem da Zona Costeira como fonte de bens e serviços. A maioria da produção industrial e da concentração urbana está na região metropolitana de João Pessoa, capital paraibana com cerca de 810.000 habitantes, dos quais 22,5% residem na orla ou fazem uso direto dela (IBGE, 2015). Assim, nessas áreas ocorre um confronto de interesses (CAVALCANTE et al., 2015), que como consequência acabam sendo impactadas por mudanças no uso do solo e da hidrologia local, pela fragmentação dos seus ecossistemas (como manguezais, restingas e praias), intensa exploração dos recursos naturais e poluição do ar, do solo e da água; isto somado à falta de investimento em infraestrutura e má gestão dos recursos e resíduos (MMA, 2004).

Esses fatores, agindo individual ou sinergicamente, são responsáveis pelo declínio da qualidade ambiental, causando diversos conflitos socioambientais e prejuízos econômicos, uma vez que grande parte da população depende da integridade desse sistema para desenvolver suas atividades. Segundo o IBGE, (2010) o turismo incorpora 5,4% da população empregada em João Pessoa. Assim, manter o equilíbrio desse ambiente é essencial para o bem-estar humano (STEWART et al., 2008). De acordo com a Organização Mundial do Turismo, todos os agentes do desenvolvimento turístico têm o dever de preservar o ambiente e os recursos naturais, principalmente a água, conciliando economia e ecologia (OMT; 2001).

Dentre os componentes físicos, químicos e biológicos de um ecossistema, a biota é mais sensível às perturbações, principalmente à poluição por meio da introdução de substâncias e microrganismos no sistema. Algumas das consequências diretas são a diminuição da biodiversidade, extinção das espécies raras e a redução da produtividade e resiliência do meio, o que pode causar um aumento de microrganismos oportunistas relacionados à decomposição de matéria orgânica, como fungos e bactérias. Da mesma forma, também podem ser associados com ambientes degradados ou poluídos e são muito abundantes no ambiente devido a sua baixa necessidade nutricional, sendo frequentemente utilizados como bioindicadores de poluição. Ainda, muitos microrganismos patogênicos dispersam-se pelo ar, como os fungos, sendo chamados de anemófilos.

Além disso, o descarte de efluentes sem tratamento em rios e mares pode comprometer a qualidade sanitária das praias, pois muitos patógenos são de veiculação hídrica (hidrófilos), sendo que as pessoas utilizam esses ambientes aquáticos para recreação, tornando-os prováveis focos de infecção. A investigação dos diagnósticos de balneabilidade realizados no mesmo período das coletas, a caracterização dos principais agentes de degradação da orla e da composição de fungos anemófilos no local permitiram a pesquisa e possível prevenção de doenças, além de uma compreensão ecologicamente integrada entre a composição e os mecanismos que podem modificar a comunidade microbiana nas praias, visando melhorias na elaboração de estratégias de monitoramento e conservação desse ambiente, dada sua importância socioeconômica local, nacional e global.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a qualidade sanitária das praias urbanas de João Pessoa-PB, com base em fatores bióticos e abióticos, correlacionando-os com a comunidade de fungos anemófilos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Gerar os índices de fungos anemófilos em quatro praias na orla urbana de João Pessoa-PB;
- Comparar a incidência de fungos com os índices de balneabilidade;
- Comparar os fatores abióticos com os índices de balneabilidade.

2.3 HIPÓTESES

As hipóteses são de que há maior degradação nas praias com maior quantidade de transeuntes (turismo) e construções próximas; pior índice de balneabilidade nos locais com maior número de agentes de degradação e maior porcentagem de fungos anemófilos e coliformes nos lugares mais impactados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A DEGRADAÇÃO DA ZONA COSTEIRA

A Zona Costeira é uma área de interface entre a atmosfera, o continente e o oceano, onde acontecem diversos processos hidrodinâmicos simultâneos, tanto de origem terrestre (como desembocadura de rios e formação de estuários) quanto marinha (ondas, marés e correntes) (DABROWA et al., 1964). Esse ambiente suporta diversos ecossistemas complexos, como manguezais, restingas, praias, costões rochosos e recifes de corais, os quais promovem alta biodiversidade e permitem múltiplos usos concomitantes, como turismo, atividades industriais e portuárias, maricultura e pesca. Por isso, a região costeira sofre extrema pressão antrópica, principalmente devido à ocupação desordenada do solo, intensa exploração dos recursos naturais e poluição marinha (SCHERER et al., 2010).

Por efeito dos processos hidrogeomorfológicos, grande parte dos sedimentos do continente são transportados até o oceano, sendo muitas vezes retidos na zona entremaré devido ao seu relevo plano. Ali concentra-se grande quantidade de resíduos sólidos, tanto de origem natural como antropogênica, além de outros poluentes, terrígenos e oceânicos, já que a areia da praia funciona como um filtro, retendo as partículas. O acúmulo de matéria orgânica pode tornar esse local substrato ideal para proliferação de microrganismos associados à decomposição, como bactérias e fungos, que ficam aprisionados no sedimento (STEWART et al., 2008; VEZZULLI et al., 2009; HALLIDAY; GAST, 2011), trazidos pelas correntes atmosféricas ou pelo lavado/*spray* marinho, ambos formados pela ação das ondas. Frequentemente, praias próximas a portos e centros urbanos, mais abrigadas e com menor taxa de circulação, como estuários e interior de baías, apresentam pior qualidade de água (IBGE, 2004).

Ademais, causas antropogênicas são atualmente as maiores forças motrizes relacionadas com a deterioração da qualidade ambiental, como pelo despejo de efluentes domésticos sem tratamento adequado diretamente nos rios e mares e pela drenagem de águas superficiais lançadas nas águas costeiras. Ambos podem veicular substâncias químicas e microrganismos capazes de causar efeitos negativos deletérios no ambiente aquático (BRASIL, 2005; BAKER; MACAVOY; KIM, 2007) e provocar disrupções nas interações simbióticas das comunidades, interferindo na biodiversidade e resiliência (YÜKSEK et al., 2006). Apesar disso, estima-se que mais de 65% dos principais rios do mundo estejam poluídos e que 80% da população mundial esteja exposta a ameaças (VÖRÖSMARTY et al.,

2010). Além disso, a presença de materiais objetáveis, substâncias produtoras de turbidez e odor na água, manchas de óleo, florações de macroalgas ocasionadas por desequilíbrios ambientais, como a destruição dos recifes, acarretam em perda de valor estético, o que afeta a economia local, pois qualidade estética é um dos primeiros parâmetros esperados por usuários das praias (WHO, 2003).

Para mais, o aporte de nutrientes como fósforo e nitrogênio pode causar uma eutrofização e subsequente hipoxia das águas, além do esgoto veicular metais pesados, pesticidas, hidrocarbonetos, fenois, hormônios e antibióticos, que são tóxicos para a maioria das espécies, e também microrganismos prejudiciais à saúde humana e de outros animais (RICHARDSON, 2008). Entretanto, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008), pouco mais da metade (55,2%) dos municípios tinham acesso ao serviço de esgotamento sanitário adequado. Em João Pessoa, 70,8% da população dispõe desse serviço (IBGE, 2010).

Há diversos fatores que influenciam na presença e concentração de esgoto nas praias, como a existência de sistemas de coleta e disposição dos resíduos domésticos nas regiões próximas, córregos afluindo para o mar, ligações de esgoto clandestinas nas galerias pluviais, aumento da população nos períodos de férias ou feriados prolongados, geomorfologia da praia, ocorrência de chuvas e condições de maré (CETESB, 2007). Além disso, muitas vezes são observados diversos tipos de resíduos de origem antropogênica, como embalagens, sacolas, latas, cocos vazios e restos de alimentos, que podem atrair diversos animais até a praia, como aves, ratos e cachorros, que são vetores de doenças. Isso pode contribuir na diversidade e frequência de microrganismos oportunistas, como os fungos, que também têm suas estruturas reprodutivas transportadas pela chuva e pelo vento e podem se acumular e se depositar na região entremaré, tornando este local um *hotspot* de biodiversidade e também uma fonte de patógenos (DABROWA et al., 1964; BERGEN; WAGNER-MERNER, 1977; ANDERSON, 1979; SHIBATA et al., 2004; VEZZULLI et al., 2009; WRIGHT et al., 2011).

Os microrganismos patogênicos encontrados na água do mar podem ser nativos ou exógenos, podendo provir de fontes tanto terrígenas como marinhas, como descargas de esgoto, áreas de agricultura, pecuária ou aquicultura, de animais que visitam a praia, dos próprios banhistas ou mesmo observados naturalmente no ambiente aquático (BARTRAM; REES, 1999; WHO, 2001; WANG et al., 2010; RODRIGUES; CUNHA, 2017). A contaminação microbiana pode decrescer, persistir ou aumentar de acordo com o tipo e forma dos organismos, condições ambientais e presença de outros microrganismos (RODRIGUES; CUNHA, 2017). A quantidade e riqueza microbiana encontrada nos efluentes domésticos

também vai depender do estado de saúde da população contribuinte e da sazonalidade das infecções, variando os resultados em diferentes regiões do mundo e épocas do ano (BARTRAM; REES, 1999; WHO, 2001). Alguns dos principais fatores globais dirigentes da emergência e re-emergência de patógenos na água são as mudanças climáticas, a poluição e o crescimento desordenado (REES et al., 1998; RODRIGUES; CUNHA, 2017).

3.2 O MÉTODO-DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE

Ambientes aquáticos são amplamente relacionados com o bem-estar humano, incluindo aspectos físicos, psicológicos e sociais. Uma vez que cerca de 80% das doenças em humanos são de veiculação hídrica, assegurar sua qualidade se tornou essencial para a segurança ambiental (WHO, 2003; 2009). Foram então desenvolvidas normas e critérios de uso desse recurso, obedecendo determinados padrões de qualidade (APHA, 2005; USEPA, 2012). Em ambientes aquáticos destinados à recreação de contato primário (aquela em que há um contato dermal direto e prolongado com a água e a possibilidade de ingeri-la ou inalá-la é elevada), onde há um intenso fluxo e permanência de pessoas, caso de muitas praias brasileiras, a qualidade da água em um certo período é medida por meio da balneabilidade, que é a “capacidade que um local tem de permitir banho e atividades esportivas, como mergulho e natação, em suas águas” (IBGE, 2004; BERG; GUERCIO; ULBRICHT, 2013).

No Brasil os Programas de Monitoramento são realizados por vários órgãos, como o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e a Vigilância Sanitária Federal, que seguem o Padrão de Qualidade ABNT (NBR 9896/87), referido nas Resoluções 20/1986, 274/2000 e 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o qual classifica as águas como próprias ou impróprias para banho e de acordo com o seu grau de satisfação (BRASIL, 1986; 2000; 2005).

Esse método-diagnóstico é realizado semanalmente pelos órgãos ambientais competentes de cada estado, sendo executado na Paraíba pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), que na etapa de análise bacteriológica utiliza o método 9222D, referido no livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), por meio da técnica de membrana filtrante dos coliformes termotolerantes e coliformes totais (BRASIL, 2000; 2005).

Também são observados aspectos do ambiente como presença de florações de algas tóxicas, óleos ou graxas, materiais flutuantes, resíduos sólidos objetáveis e saídas de

esgotos, além de aferidos da água parâmetros físicos, como temperatura, salinidade, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e coloração, parâmetros químicos, como nutrientes e oxigênio dissolvido, e parâmetros biológicos, como concentração de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli* e *Enterococcus* sp.) (BRASIL, 2000; 2005). A presença desses microrganismos indica a poluição recente por efluentes domésticos (HEANEY et al., 2014), uma vez que estes só são encontrados no trato intestinal de animais homeotérmicos, como os humanos, e praticamente não se multiplicam no ambiente. Por essa razão, são usados na ciência como os principais bioindicadores de poluição fecal.

A classificação da qualidade da água é feita a partir do resultado de 80% das últimas cinco amostras, realizadas em um intervalo mínimo de 24 horas e comparado a valores pré-estabelecidos de forma a assegurar a capacidade que um local tem de permitir atividades recreacionais em suas águas. O contato primário com águas contaminadas por meio da sua ingestão, inalação ou do contato direto com mucosas e pele pode comprometer seriamente a saúde dos banhistas (PEDLEY; POND, 2003; USEPA, 2012), expondo-os a diversos patógenos entéricos e podendo resultar em surtos epidêmicos e doenças graves, como disenteria, gastroenterite, cólera, hepatite A e febre tifoide, além das doenças fúngicas e parasitárias. Por isso, seu monitoramento deve ser sistemático e a preservação da sua integridade um esforço mundial.

Além disso, mesmo águas não poluídas por esgoto doméstico podem veicular outros microrganismos que oferecem risco à saúde humana mas que não são identificados por esse método (HALLIDAY; GAST, 2011), uma vez que os indicadores de origem fecal podem ser menos resistentes a perturbações ambientais do que certos patógenos (CHANG et al., 1985; BARTRAM; REES, 1999). O controle da poluição microbiana está diretamente relacionado com a saúde pública e bem-estar humano, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e melhoria na qualidade de vida, dado que o nível sanitário das águas participa como um indicador de sustentabilidade (APHA, 2005; CETESB, 2007; HC, 2012). Além disso, cerca de 10% das doenças poderiam ser evitadas com o melhoramento do nível sanitário das águas (PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2008).

No artigo 8º da Resolução CONAMA 274/00 é recomendado aos órgãos ambientais a monitorização da água quanto a grupos taxonômicos de interesse médico, mas devido ao alto custo e complexidade de execução, como variedade e dispersão dos patógenos na coluna d'água, na maioria das vezes essa prática é negligenciada. Também é recomendado, em conformidade com os critérios estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o monitoramento da areia da praia adjacente, uma vez que essa é a área onde a maioria dos turistas, incluindo crianças e idosos – grupos etários mais suscetíveis a infecções – passa a

maior parte do seu tempo de lazer, aumentando os riscos de contágio (PEREIRA et al., 2013). Entretanto, apenas alguns estados brasileiros, como São Paulo e Rio de Janeiro, o fazem periodicamente (LESCRECK et al., 2016).

Estudos têm demonstrado que a areia da praia é um potencial reservatório para agentes etiológicos (DABROWA et al., 1964; ULFIG, 2000; MANCINI et al., 2005; STEWART et al., 2008; SABINO et al., 2011; WHITMAN et al., 2014; SABINO et al., 2014; SOLO-GABRIELLE et al., 2016), que nesse local a concentração de microrganismos é maior do que na água (HOWELL; MARK; CORNELIUS, 1996; ELMANAMA et al., 2005) e que, por consequência, é necessária sua monitorização constante, assim como das águas balneares (WHO, 2003; 2009; HC, 2012; USEPA, 2012). Em 2002, a Associação Bandeira Azul da Europa estabeleceu valores limites para indicadores sanitários na areia, como coliformes totais, *E. coli*, enterococos intestinais, fungos dermatófitos e leveduras (SOTERO-MARTINS et al., 2014).

Métodos tradicionais de classificação balneária, baseados apenas nas características físicas, químicas e bacteriológicas da água, podem não ser suficientes para atender aos múltiplos usos dos ecossistemas costeiros, sendo principalmente deficientes na mensuração da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003). Mesmo em lançamentos de efluentes dentro das normas estabelecidas por lei, o uso de outros microrganismos autóctones pode ser importante para a avaliação da qualidade sanitária do ambiente, pois eles refletem os efeitos deletérios da poluição no meio (PRÜSS, 1998; HAILE et al., 1999; WADE et al., 2003; COLFORD Jr. et al., 2007).

3.3 OS FUNGOS COMO BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO

Pouco estudada e compreendida é a microbiota anemófila contígua à praia, composta predominantemente por fungos, além de bactérias e vírus, que têm na atmosfera sua principal via de dispersão e com a qual o ser humano mantém uma ligação muito mais próxima e interativa (CABRAL, 2010), sendo mais abundante em regiões costeiras do que em mar aberto (MARKS et al., 2001). É menos diversa do que a micobiota do solo e da água, mas contribui diretamente na composição de espécies desses locais (CHAPMAN, 1996), onde são os principais responsáveis pela ciclagem de nutrientes por meio da decomposição de matéria orgânica, como saprófitos, principalmente em ambientes ricos em celulose, lignina, quitina e queratina (MUHSIN; HADI, 2002). Também podem formar associações mutualísticas com plantas e animais ou mesmo se tornar potencialmente patogênicos sob certas circunstâncias,

como por mudanças na temperatura, pH, concentração de nutrientes do meio, interação microbiana ou resistência do seu hospedeiro.

Estima-se que haja cerca de 5,1 milhões de espécies fúngicas, sendo que aproximadamente 100.000 já foram isoladas (BLACKWELL; 2011). Para o Brasil, as estimativas seriam de 13.800 espécies (LEWINSOHN; PRADO, 2006), entretanto, de acordo com o Catálogo de fungos e plantas (FORZZA et al., 2010), foram encontrados apenas 3.608 tipos de fungos, das quais 523 seriam endêmicos. A região Nordeste é a de maior registro de números de espécies (1.749), sendo que no estado da Paraíba foram descritas 261. Em relação ao domínio fitogeográfico, ou bioma, foram encontrados 1.664 fungos na Mata Atlântica, dos quais 100 são endêmicos, 519 na Amazônia, com 35 endêmicos, 291 no Cerrado, sendo sete endêmicos, 734 na caatinga, com 56 endêmicos, um no Pampa e 28 no Pantanal, sendo que nesses últimos não foram observados fungos endêmicos (FORZZA et al., 2010).

Os fatores que influenciam na distribuição e frequência das espécies fúngicas podem ser ambientais, como precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, salinidade da água do mar, temperatura, radiação solar, velocidade e direção do vento, concentração de nutrientes, antagonismo microbiano, estação climática e localização geográfica (ABDEL-FATTAH et al., 1977; ANDERSON, 1979; GAMBALE et al., 1983; TAMIE, 2016), ou intrínsecos aos fungos, como fisiologia, taxa de esporulação e liberação dos esporos, tamanho da partícula, densidade e formato, além da interação entre esses fatores (ANDERSON, 1979).

Dessa forma, sua diversidade reflete o estado de conservação geral do ambiente, dada sua estreita relação com fatores bióticos e abióticos do meio; além de sua ubiquidade permitir retratar sua resposta às perturbações em variados locais em todas as épocas do ano (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003). Assim, os fungos têm sido usados em estudos como bioindicadores de qualidade ambiental (COOKE; KABLER, 1955; DABROWA et al., 1964; TAN; LIN, 1983; SHERRY; 1986; TSUI et al., 1998; MENDES et al., 1998; ALI-SHTAYEH et al., 2000; ULFIG et al., 1997; ULFIG, 2000; ARVANITIDOU et al., 2002; BAUER et al., 2002; MATAVULJ; VULIKIC; GOJKOVIC, 2005; HAGLER, 2006; SALVO; FABIANO, 2007; CASTRO, 2010; SABINO et al., 2011; STEVENS; EVANS; AGUIRRE, 2012; NANDA, 2015; SAIKUMARI; SAXENA, 2017). Além disso, diversos estudos demonstraram que a zona entremaré pode ser considerada um reservatório para espécies fúngicas potencialmente patogênicas (DABROWA, 1964; KISHIMOTO; BAKER, 1969; BERGEN; WAGNER-MERNER, 1977; ANDERSON, 1979; LARRONDO; CALVO, 1989; PINTO et al., 1992; PAPADAKIS et al., 1997; MANCINI et al., 2005; GOMES et al., 2008).

Os anemófilos também são de interesse médico, pois o contato direto, inalação ou ingestão de seus esporos ou fragmentos de hifa podem causar diversas doenças, como micoses, alergias e micotoxicoses, tanto em humanos como em outros animais, sendo correlacionados com parâmetros meteorológicos e com poluentes do ar e da água (FELLNER, 1990; LI; KENDRICK, 1994; ULFIG et al., 1997; MENDES et al., 1998; SCHOENLEIN-CRUSIUS et al., 2001; WEISSMAN, 2006; ERKARA et al., 2008; HAMEED et al., 2009; ZHENG et al., 2009; MICHALSKA et al., 2010; GRINN-GOFRÓN; STRZELCZAK; WOLSK, 2011; HAMEED et al., 2012; FURBY et al., 2014; IBRAHIM; MOHAMED, 2014; GAO et al., 2016). Em torno de 300 espécies fúngicas já foram descritas como alergênicas aos humanos, sendo *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* as mundialmente mais comuns (DABROWA et al., 1964; LARRONDO; CALVO, 1989; ALI-SHTAYEH et al., 2000; ARVANITIDOU et al., 2002; TAMIE, 2016; NANDA, 2015; RÊGO; SANTOS, 2015).

Fungos, principalmente do gênero *Aspergillus*, já foram isolados de diversos ambientes degradados, como constataram Arvanitidou et al. (2005), que pesquisaram a microbiota dos rios Aliakmon e Axios, na Índia, Toledo-Hernández et al. (2008), que pesquisaram a comunidade fúngica em corais saudáveis e em processo de branqueamento, Xavier et al. (2008) e Osório et al. (2011), que pesquisaram a composição da microbiota fúngica de um centro de reabilitação animal no Rio Grande, Rio Grande do Sul, Nanda e Nayak (2015) que pesquisaram a diversidade de fungos em campos de plantação de cana-de-açúcar, Sakshi e Alka (2015) e Viegas et al. (2017) que observaram a prevalência de *Aspergillus* em usinas de tratamento de água e esgoto e criadouros de aves e suínos e Saikumari e Saxena (2017), que pesquisaram os fungos da água do rio Munneru, na Índia.

Estudos feitos no Brasil apontam que a deficiência na infraestrutura de saneamento básico e o uso desordenado da costa são os principais fatores responsáveis pelo declínio da qualidade ambiental (SOUZA; SILVA, 2015). Destacam-se trabalhos como de Sanchez et al. (1986), que estudaram a qualidade sanitária de algumas praias de São Paulo com base em bactérias e fungos coletados da água e do solo, Pinto et al. (1992) que pesquisaram fungos filamentosos da água e do solo da praia de Boa Viagem, no Recife em Pernambuco; Purchio et al. (1988), que isolaram fungos filamentosos de praias de São Paulo; Vieira et al. (2001), que correlacionaram leveduras e bactérias de origem fecal em diversas praias de Fortaleza, no Ceará; Schoenlein-Crusius et al. (2001) que pesquisaram fungos anemófilos em ambientes com diferentes graus de poluição atmosférica em Cubatão, São Paulo; Maier et al. (2003), que isolaram fungos e bactérias patogênicas na areia de uma praia no Rio de Janeiro, Bernardi; Costa e Nascimento (2006) que pesquisaram fungos anemófilos na orla da praia do Laranjal, em Pelotas, Rio Grande do Sul. Fungos filamentosos foram isolados da areia e da água em uma praia em Olinda (Gomes et al., 2008) e em Candeias (Oliveira et al., 2011),

ambas em Pernambuco. Rêgo e Santos (2015) relacionaram a presença de fungos anemófilos com variáveis ambientais em Barreiras, na Bahia.

Na Paraíba, foram realizadas diversas pesquisas sobre a qualidade da água de vários cursos d'água. Silva e Dantas Neto (2014) avaliaram a condição da água em córregos da Bacia do Rio Gramame, encontrando valores muito baixos de oxigênio dissolvido e a presença de cromo, níquel e cobre com valores acima do estabelecido pela Legislação do CONAMA, indicando alto grau de degradação. Jacinto Junior e Barbosa (2016) estudaram a degradação ao longo do Rio Gramame em João Pessoa no ano de 2014, evidenciando a quantidade de sólidos dissolvidos na água e a baixa quantidade de oxigênio dissolvido, sendo provavelmente oriundo do lançamento de efluentes industriais e domésticos. Sousa et al. (2017) estudaram a qualidade da água e de mariscos na Barra de Gramame, encontrando altas concentrações de *Escherichia coli* e *Salmonella*, indicando poluição de origem fecal. Essa bacia drena uma parte dos rios urbanos de João Pessoa, recebendo altas cargas de efluentes domésticos e industriais no percurso e desaguando no litoral sul do município. Por meio de correntes marítimas ou pelo movimento de deriva das águas, esses poluentes podem acabar se dispersando ao longo da costa, contaminando diversas praias paraibanas.

No Estado, foram realizados trabalhos sobre fungos do solo e do ar na Região da Borborema (PEREIRA et al., 2010), fungos, coliformes e estreptococos em João Pessoa (MORIAS et al., 2012), qualidade da água e fatores de poluição (ALVES; SASSI, 2003; MOROSINE et al., 2004; CARVALHO et al., 2010; FARIAS, 2011; GOMES; BARBOSA, 2015; LIMA et al., 2015; SASSI, 2015; MARTINS et al., 2017; SOUSA et al., 2017); níveis de contaminação da areia das praias (SOUSA et al., 2015); lixo marinho em áreas de preservação de tartarugas (MASCARENHAS et al., 2008); impactos do turismo nas praias/recifes (MELO et al., 2006; DEBEUS; CRISPIM, 2008; KIYOTANI, 2012; MELO et al., 2014) e rios urbanos de João Pessoa (FARIAS et al., 2006; SILVA; DANTAS NETO, 2014; CARNEIRO et al., 2015; JACINTO Jr.; BARBOSA, 2016) e suscetibilidade a doenças associadas à disposição inadequada de resíduos sólidos (AZEVEDO et al., 2017).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

João Pessoa, localizada entre as coordenadas de 07°05' e 07°23'S e 34°50' e 34°80'O, apresenta um litoral de cerca de 25km de extensão na direção Sul-Norte e máximo de 1,6km no eixo Oeste-Leste, na porção urbanizada. Observam-se, ao longo da orla e inseridos na isóbata de 10 metros, formações de arrecifes que são visitadas por turistas durante o ano todo, principalmente no verão. Além disso, o litoral é entrecortado por cerca de 20 rios e riachos, como os rios Jacarapé, Sanhauá, Gramame e Jaguaribe, sendo este o mais extenso dentre eles. Ao todo, cerca de dez galerias de águas pluviais deságuam na orla da capital paraibana.

O município está situado em um bioma de Mata Atlântica, onde ocorrem formações de vários ecossistemas associados bastante produtivos, porém com alta fragilidade, como manguezais, estuários, maceiós e recifes, todos fornecendo recursos para um grande número de pescadores artesanais e extrativistas, comerciantes formais e informais e também sofrendo intensa degradação. Os cultivos agrícolas na faixa da orla estão localizados principalmente ao sul de João Pessoa, como o plantio de coco na Penha e algumas plantações dispersas de frutíferas e tubérculos (MMA, 2004).

O litoral pessoense é dividido em 11 praias, delimitado a norte pela antiga foz do rio Jaguaribe e onde hoje está inserido o bairro do Bessa, cuja densidade populacional é elevada e existe infraestrutura, com um acentuado desenvolvimento comercial e turístico, e a sul pela Praia de Gramame, onde os bairros são menos populosos e a estrutura é mais precária, como pela falta de acesso por parte da população à coleta de lixo e à rede coletora de esgoto e onde existem diversas construções irregulares em que efluentes não tratados são despejados em galerias pluviais, nos córregos urbanos ou diretamente no mar. De acordo com IBGE (2010), 28,4% das residências paraibanas não possuem formas adequadas de esgotamento sanitário.

Para a escolha das praias que foram investigadas foi levado em consideração o contexto socioeconômico da área, como o seu potencial de uso turístico e comercial, infraestrutura disponível, rede de cobertura de saneamento básico e viabilidade de transporte e acesso. Assim, foram escolhidas as praias do Bessa, Manaíra, Cabo Branco e Penha, como pode ser visualizado na Figura 1.

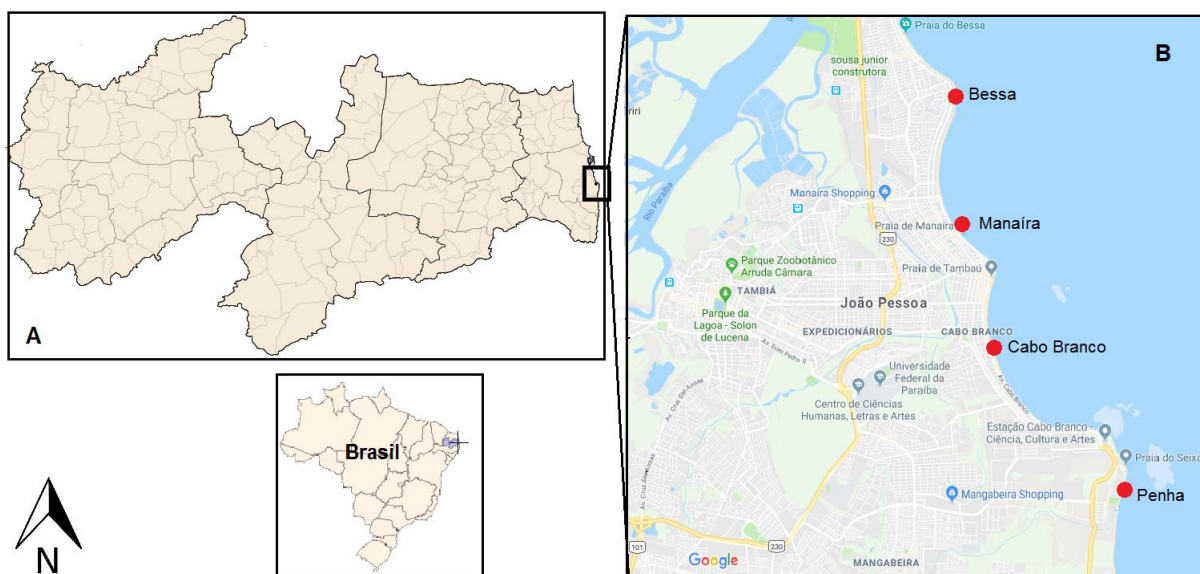


Figura 1: Mapa com a localização de João Pessoa (A) e dos pontos de coleta (B). Fontes: Prefeitura Municipal de João Pessoa e Google Earth (modificado).

4.1.1 Descrição das praias

4.1.1.1 Praia do Bessa

O primeiro ponto escolhido para as amostragens tem as coordenadas geográficas 7°5'40.65"S e 34°49'59.35"O, localizada no bairro do Bessa, cuja praia principal é chamada de “Caribessa”, dada a beleza cênica da localidade (Figura 2.A). De acordo com o censo realizado pelo IBGE em 2010 o bairro tinha 13.096 pessoas, com ocupações predominantemente formais e tendência para a verticalização (MMA, 2004). O bairro possui infraestrutura, como ruas pavimentadas, acesso à rede coletora de esgoto e coleta seletiva de lixo. No local escolhido para coleta encerra-se uma rua, onde há um edifício situado ao lado direito e no esquerdo está o estabelecimento comercial “Acqua Restolounge”, além de uma pequena praça com bancos (Figura 2.B) e uma lixeira na entrada da praia (Figura 2.E).

O acesso à praia pode ser direto ou indireto. Existe em torno uma vegetação bastante diversificada, com árvores, cactáceas, ocorrência de pequenas dunas com fragmentos de vegetação de restinga (MMA, 2004) (Figura 2.C). De fato, essa é uma Área de Preservação Ambiental (APA), pois é utilizada por tartarugas de pente (*Eretmochelys imbricata*) para nidificação (Figura 2.D), espécie que chega apenas uma vez por ano à mesma praia para desova e que está ameaçada de extinção.



Figura 2: Praia do Bessa: (A) com coqueiros e linha de deixa com detritos (B) Condomínio e restinga em frente à praia (C) Vegetação preservada (D) Placa de sinalização sobre a Área de Preservação utilizada pelas Tartarugas-de-pente para nidificação (E) Lixeira em frente ao ponto de coleta. FONTE: MORASKI, 2017.

4.1.1.2 Praia de Manaíra

O bairro de Manaíra, que de acordo com IBGE (2010) tinha 26.369 pessoas, é bastante verticalizado e densamente povoado com ocupações formais (MMA, 2004), possui diversos edifícios e pontos de comércio importantes para a cidade, como o Mercado de Peixes e a Feira de Artesanato, detendo cerca de 90% da infraestrutura implantada. Podem ser encontrados serviços como agências bancárias, escolas, shoppings, supermercados entre outros, sendo sua orla tangenciada por um calçadão pavimentado (Figura 3.C), que vai desde o final do bairro do Bessa até a ponta do Cabo Branco.

O local de coleta, com as coordenadas 7°6'19.17"S e 34°49'42.08"O, é denominado pela SUDEMA como “Manaíra – Quadra”, uma vez que há uma praça com quadra poliesportiva quase em frente. Ali, principalmente, há uma alta circulação de pessoas, incluindo diversos vendedores ambulantes, comerciantes, banhistas e esportistas. Há intensa atividade balneária, sendo que também são realizados passeios de barco de acordo com a maré aos recifes coralíneos de “Picãozinho”, localizado em frente à praia de Manaíra.

O acesso à praia é direto, por via urbanizada (MMA, 2004), limitado por um muro de cerca de 1m de altura (Figura 3.D). Possui uma faixa de areia que varia bastante sua largura e a presença de vegetação típica de restinga (MMA, 2004), tendo sido possível observar diversas situações ao longo das coletas, inclusive a cobertura (Figura 3.A) e exposição completa dos gabiões de contenção em alguns pontos (Figura 3.B), sugerindo que a área já está sofrendo erosão da faixa de areia.



Figura 3: Praia de Manaíra: (A) com presença de restinga (B) Enrocamento exposto na faixa de areia (C) Vista da praia para o calçadão de Manaíra (D) Comércio informal em frente ao ponto de coleta. FONTE: MORASKI, 2017.

4.1.1.3 Praia do Cabo Branco

Cabo Branco é um bairro urbanizado, com ocupações formais e consolidadas, mas não tão densamente povoado quanto Manaíra, sendo que em 2010 possuía 7.906 pessoas residentes. Tem infraestrutura disponível, saneamento básico e coleta seletiva de lixo, diversas edificações de uso misto (residencial, comercial e de serviço) próximas ao ponto de coleta ($7^{\circ}8'26.42''S$, $34^{\circ}48'53.98''O$), como hotéis, restaurantes (Figura 4.C) e quiosques padronizados ao longo do calçadão, além da frequente circulação de muitos ambulantes e turistas, sendo muito intensa a atividade balneária.

Há uma larga faixa de areia, cujo acesso pode ser direto ou indireto, onde diariamente são fixados guarda-sóis pelos bares (Figura 4.A e 4.B), além de uma ampla área de restinga preservada e permeada de coqueiros, com ocorrência de pequenas dunas, sendo essa também uma Área de Proteção Ambiental (Figura 4.D), muitas vezes utilizada pelas tartarugas para desova. A pesca amadora ocorre frequentemente neste local (MMA, 2004).



Figura 4: Praia do Cabo Branco: (A) em um dia movimentado (B) Praia vazia (C) Ciclovia, calçadão e edificações em frente ao ponto de coleta (D) Restinga e placa indicativa de Área de Proteção Ambiental. FONTE: MORASKI, 2017.

4.1.1.4 Praia da Penha

A Penha é um bairro em desenvolvimento, predominantemente horizontal, que de acordo com o censo do IBGE (2010) tinha apenas 772 residentes, onde quase não há coleta de lixo ou rede de saneamento de esgoto. O acesso é indireto, sendo muitas vezes interrompido por barracas, residências e clubes (MMA, 2004).

As construções comerciais e residenciais são muitas vezes irregulares e com estrutura precária. Na frente do restaurante “Peixada do Kiko” (Figura 5.A), ponto comercial bastante frequentado da praia, podem ser vistos barcos de pesca de camarão por prática de arrasto, com frequente descarte de *bycatch* (pesca acidental) na beira do mar. A poucas quadras dali também está situado o Camping Clube do Brasil – PB, que contribui com a frequência de turismo na região. Nesta área também está localizada a igreja Nossa Senhora da Penha e cemitério, que promovem um evento religioso anual que chega a reunir 40.000 pessoas (MMA, 2004).

No local de coleta, com as coordenadas 7°9'35.908" S e 34°47'40.389" O, a faixa de areia é estreita e acidentada, com a areia cheia de entulhos, pois a área está sofrendo intensa erosão costeira (Figura 5.B). Muito próximo pode ser observada a desembocadura do Rio do Cabelo (Figura 5.C), o qual geralmente apresenta uma coloração esbranquiçada, presença de espuma e mal cheiro, indicando que está poluído.

A linha de deixa na praia é frequentemente composta por muitas macroalgas, além de resíduos sólidos como embalagens e bitucas de cigarro (Figura 5.D). Na faixa marítima há a presença de recifes de corais com fauna rica, onde são feitos frequentes passeios de barco, quando estes ficam expostos pela maré, além da área ser fundeadora de barcos de pesca de subsistência e comercial, onde a prática de arrasto é comum.



Figura 5: Praia da Penha: (A) Estabelecimento “Peixada do Kiko” na Penha. (B) Ponto de coleta visto da praia. (C) Córrego urbano desaguando ao lado do ponto de coleta. (D) Linha de deixa na praia com detritos orgânicos e inorgânicos. FONTE: MORASKI, 2017.

4.2 PROCEDIMENTOS EM CAMPO

Foram preparadas fichas de campo, disponíveis no ANEXO A, com as principais informações relevantes a serem observadas no ambiente, tais como condição de céu por quadrante, ocorrência da última chuva, magnitude do vento de acordo com a escala Beaufort, construções domiciliares ou comerciais próximas, quantidade de transeuntes (ambulantes, banhistas, garis), presença de animais (silvestres e domésticos), embarcações de pesca e/ou turismo, resíduos sólidos visíveis (orgânicos e inorgânicos), substâncias produtoras de odor ou turbidez na água, emissários de esgoto, florações algais ou outros sinais visuais de degradação.

As observações foram feitas aproximadamente a cada 30 dias, de 20 de fevereiro a 08 de agosto de 2017, totalizando seis coletas, sendo que até julho foram realizadas no

período matutino e em agosto se estendendo do período vespertino até a noite, com a identificação dos supostos agentes de degradação atuantes na orla em cada uma delas. Concomitantemente às observações de campo foram realizadas coletas dos fungos anemófilos na areia adjacente da praia, por meio da exposição de placas de Petri, em triplicata, distribuídas aleatoriamente em três pontos na região mesolitoral e três na zona supralitoral, suspensas a 1m de altura do solo, contendo cerca de 15ml de meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) acidificado, previamente preparados. Para a coleta, as placas foram mantidas abertas por 10 minutos e conduzidas ao laboratório de Microbiologia/DFP/UFPB.

4.3 PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

4.3.1 Isolamento dos fungos

No laboratório de Microbiologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) as placas de Petri na coleta de fungos foram incubadas a 25°C por até cinco dias em estufa microbiológica. Após o período de crescimento, foi feita a contagem total das colônias de fungos e realizada uma caracterização da morfologia macroscópica semelhante (como coloração do verso e anverso das placas e cor e aspecto do micélio e das bordas) e repicagem em meio de cultura BDA até a sua purificação. Posteriormente, foi feito o preparo de microcultivos dos morfotipos isolados. A identificação sistemática dos fungos até gênero foi feita com base nas características das estruturas de crescimento e de reprodução, de acordo com literatura especializada (ELLIS, 1971; ELLIS, 1976; KLICH, 2002; LESLIE; SUMMERELL, 2006).

4.3.2 Meio de cultura Batata Dextrose Ágar

Foram utilizados 150g de batata inglesa previamente lavadas, descascadas e picadas, sendo fervidos em 1000mL de água destilada até o ponto de maciez e descartados em seguida. Foram então pesados e adicionados ao caldo 20g de ágar e 10g de dextrose e o volume completado novamente a 1000mL com água destilada. Em seguida, o volume contido em Erlenmeyer, tampado com algodão, gaze e papel, foi auto-clavado a 121°C por 15

minutos a 1 ATM. Após o resfriamento a aproximadamente 60°C, o pH do meio de cultura foi ajustado a pH 4,0 com uma solução a 10% de ácido tartárico (C₄H₆O₆) e distribuído em placas de Petri descartáveis estéreis. Após o preparo, as placas foram mantidas por 24 horas em estufa a 25°C (teste de esterilidade), e acondicionadas na geladeira até seu uso por até 15 dias.

4.3.3 Técnica do microcultivo ou cultura em lâmina

De todos os fungos isolados foram realizados microcultivos, utilizando-se uma placa de Petri com uma fração de meio de cultura BDA, cortada com uma cânula e depositada em uma lâmina de vidro, sendo em seguida inoculada com o fungo e então coberta com uma lamínula. Essa lâmina com o meio inoculado foi acondicionada em uma placa de Petri, juntamente com papel umedecido. Após cerca de cinco dias, a lamínula foi retirada do meio de cultura, corada em nova lâmina com azul de Amann (lactofenol) e observada em microscópio óptico, com aumento de 10 a 40 vezes. As lâminas viáveis que possuíam estruturas reprodutivas adequadas à identificação foram vedadas nas bordas com esmalte incolor, a fim de torná-las semipermanentes.

4.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

4.4.1 Perfis de balneabilidade, coliformes totais e pluviosidade

Paralelamente às atividades de campo e laboratório, foram traçados perfis de balneabilidade e quantidade de coliformes nas praias ao longo das coletas, por meio de um editor de planilhas, com os dados qualitativos (categoria balneária) e quantitativos (concentração de coliformes totais) provenientes de 30 relatórios informativos, disponibilizados *online* através do site oficial do Órgão da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), e de 6 planilhas de classificação, obtidas por meio de Ofício enviado ao laboratório de Coordenação de Medições Ambientais (CMA) do mesmo órgão.

Neste estudo foram consideradas as categorias balneárias de pior qualidade em pelo menos 80% das amostras, em conformidade com os critérios estabelecidos pelo CONAMA (1986; 2000; 2005) para a análise da qualidade da água. Entre cada coleta de fungos foram

realizadas pela SUDEMA cinco amostragens semanais de água. Para os perfis de pluviosidade diária e mensal (chuva acumulada), foram utilizados os dados meteorológicos de João Pessoa, obtidos *online* através do site oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

4.4.2 Análise de dados

A investigação dos resultados foi feita por meio de tabelas e gráficos gerados a partir de uma planilha eletrônica, comparando os índices qualitativos (categorias balneárias) e quantitativos (concentração de coliformes totais por ml de amostra) de qualidade da água entre os locais de coleta, os fatores de degradação ambiental encontrados em cada um deles e a diversidade e abundância dos fungos anemófilos cultivados ao longo dos meses.

Por fim, a partir do cruzamento dessas informações foi feita a diagnose das praias, indicando aquelas que apresentaram uma maior degradação ambiental e, como consequência, maior risco microbiológico potencial à saúde dos transeuntes da orla de João Pessoa.

5 RESULTADOS

5.1 FATORES ABIÓTICOS E INDICADORES VISUAIS DE DEGRADAÇÃO NA ORLA

Foram analisadas 24 fichas de campo, sendo que o maior número de indicadores visuais de degradação foi observado na praia da Penha e fevereiro o mês de maior incidência de indicadores. As menores quantidades foram encontradas em julho, somente na Penha e em agosto, em Manaíra.

O céu estava completamente nublado em 25% do tempo, sendo que houve pelo menos metade do céu coberto em todas as coletas. O vento permaneceu entre 1 (21%) e 4 (12,5%), de acordo com a escala Beaufort, sendo que esteve em 3 em 54% das vezes. A maré estava cheia/enchente em 70% das vezes.

Na Penha houve presença de detritos em todas as coletas, tanto orgânicos (macroalgas, conchas, cocos vazios) como inorgânicos (redes, isopores, bitucas de cigarro, latas, embalagens plásticas, refrigerador abandonado), principalmente na linha de deixa. Além disso, houve constatação de mal cheiro e formação de espuma em metade das vezes.

A maior incidência de detritos foi observada em Manaíra, somente em fevereiro, quando foram observadas carcaças de peixe, folhas e macroalgas, bitucas de cigarro e embalagens plásticas vazias, além de forte cheiro de lixo detectado em maio. Resíduos sólidos foram observados na praia do Bessa em 83% das amostragens, sendo composto predominantemente por macroalgas, conchas e cocos vazios.

Foram observados transeuntes (usuários das praias, banhistas ou ambulantes) nas praias em 67% das vezes, com a menor incidência em maio, quando só foram vistos na praia do Cabo Branco, e maior quantidade em março e abril, em todas as praias. Em março, no momento da coleta havia garis fazendo a limpeza das praias de Manaíra e Cabo Branco. Vale salientar que os dias de coletas não coincidiram com os finais de semana, onde normalmente a quantidade de transeuntes e usuários das praias aumentam significativamente.

Pôde ser observada a presença de animais em 29% das coletas, principalmente pombos e cães em Cabo Branco, que foram vistos na praia de fevereiro até julho (83%). A presença de barcos foi constatada 33% das vezes, principalmente na Penha, onde só não foram observados nos dois últimos meses.

Houve mudanças na restinga do Bessa, com uma progressão da vegetação ao longo dos meses de coleta, e da praia de Manaíra, sendo que nesta em fevereiro e março havia

vegetação, em abril foram observadas bermas e dunas expostas e a partir de maio, os gabiões de contenção de areia ficaram expostos, demonstrando uma erosão na área neste período.

5.2 BALNEABILIDADE

De acordo com os relatórios de análise de qualidade da água e dos boletins semanais de balneabilidade, a praia do Bessa, no ponto “Bessa II”, teve a qualidade da água avaliada como “excelente” em 60% das amostragens e uma avaliação como “imprópria” no dia 09 de junho. Foi classificada como “muito boa” 27% das vezes e 10% do tempo como “satisfatória”. A média de coliformes totais foi de 477, sendo que o maior valor foi observado em junho (6.212) e em julho não foi contabilizado.

A praia de Manaíra, em contrapartida, não foi avaliada como “excelente” nenhuma vez, apenas uma vez como “muito boa” e uma como “satisfatória” (3% cada), sendo considerada “imprópria” 94% das vezes. A média de coliformes foi 2.447, sendo que a maior concentração no período de estudo foi observada em maio (12.000). Além disso, da mesma forma que no Bessa, dia 03 de julho não houve contagem de coliformes neste ponto de Manaíra.

Não houve nenhuma ocorrência da avaliação “excelente” na praia do Cabo Branco, sendo “satisfatória” em 26% das amostras, “muito boa” em 20% das classificações e “imprópria” em 54%, principalmente a partir de maio. A média de coliformes totais foi a menor dentre as praias estudadas (348), sendo que a maior quantidade observada foi 3.280 em fevereiro e em maio não foi quantificado. Em 75% das vezes, apesar de ter sido encontrada uma concentração de coliformes totais menor do que o limite máximo estabelecido de 1000 NMP/ml, a água do mar do Cabo Branco foi classificada como “imprópria” para banho.

Na Praia da Penha, 77% das vezes a classificação foi “imprópria”, 17% das vezes “satisfatória” e 6% das avaliações foram “muito boa”, restritas a partir do final de agosto. A média de coliformes totais foi 1.147, sendo que o menor valor foi em abril (10) e o maior em maio (4.000).

Ao longo do estudo, as praias analisadas estiveram impróprias em 56,7% do tempo e apenas no Bessa foram encontradas condições excelentes de água para recreação de contato primário. As tendências de classificação quanto à qualidade da água em cada praia no período das coletas podem ser observadas na Figura 6, enquanto as médias de coliformes

totais encontrados em cada praia ao longo dos meses estão compiladas no Quadro 1, na seção 5.3:

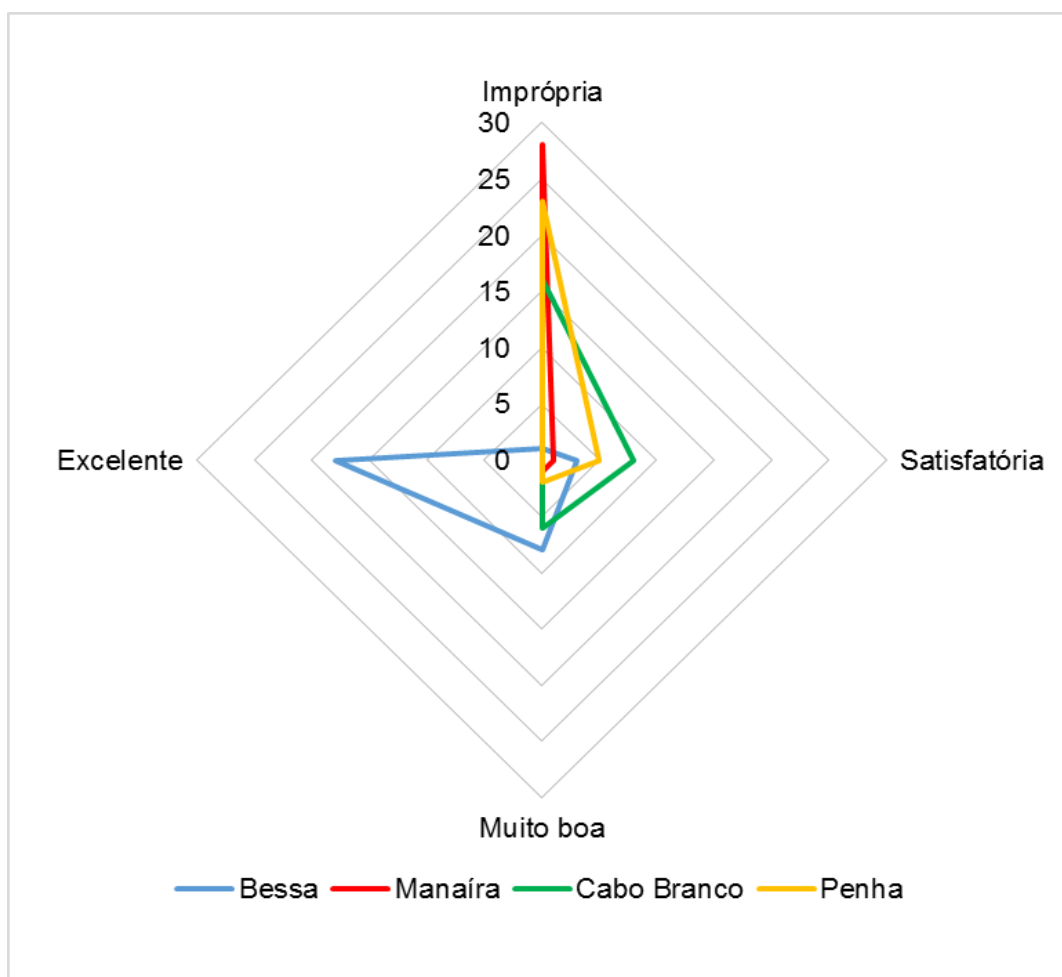


Figura 6: Tendência de classificação das praias na orla de João Pessoa quanto à frequência de classificação da qualidade da água no período das coletas.

5.3 FREQUÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS FUNGOS

Foram encontradas 1.352 colônias fúngicas, com uma média de 225 fungos por coleta, sendo isolados 109 fungos em fevereiro, 128 em março, 33 em abril, 535 em maio, 367 em julho e 180 em agosto, com uma maior frequência nas praias de Manaíra e Cabo Branco, mas com muita variação dependendo da data de coleta. Em maio foram coletados quase 40% do total de fungos, sendo que o número de isolados foi mais de 16 vezes maior

do que em abril, mês de menor frequência. A praia com maior índice de isolados foi a do Cabo Branco (449) e a com menor quantidade foi a da Penha (201).

A quantidade de fungos encontrada em cada praia ao longo dos meses pode ser observada na Figura 7, enquanto no Quadro 1 estão descritas a quantidade de fungos, a média de coliformes totais em cada mês e os índices de balneabilidade encontrados em cada praia ao longo dos meses.

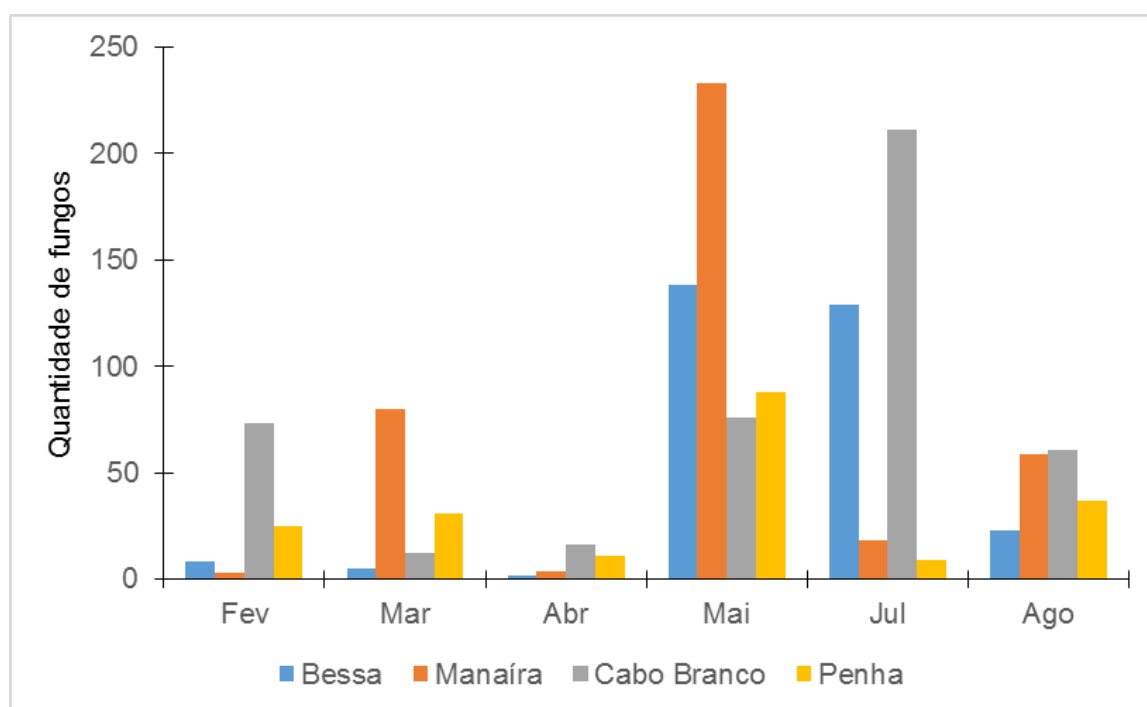


Figura 7: Quantidade de fungos nas praias de João Pessoa em cada coleta.

Quadro 1: Quantidade de fungos, média de coliformes por mês e índice de balneabilidade em cada praia ao longo das coletas.

Mês	Praia	Fungos (%)	Média de coliformes totais (NMP/ml)	Balneabilidade
Fevereiro	Bessa	7,3	476	Satisfatória
	Manaíra	2,8	1.044	Imprópria
	Cabo Branco	67,0	798	Imprópria
	Penha	22,9	1.034	Imprópria
	Subtotal	8,1		-
Março	Bessa	3,9	155	Muito boa
	Manaíra	62,5	2.865	Imprópria
	Cabo Branco	9,4	83	Satisfatória
	Penha	24,2	777	Satisfatória
	Subtotal	9,5		-
Abril	Bessa	6,1	164	Excelente
	Manaíra	12,1	942	Imprópria
	Cabo Branco	48,5	134	Muito boa
	Penha	33,3	1.174	Imprópria
	Subtotal	2,4		-
Mai	Bessa	25,8	280	Muito boa
	Manaíra	43,6	2.234	Imprópria
	Cabo Branco	14,2	426	Imprópria
	Penha	16,4	1.185	Imprópria
	Subtotal	39,6		-
Julho	Bessa	35,1	469	Muito boa
	Manaíra	4,9	2.044	Imprópria
	Cabo Branco	57,5	379	Imprópria
	Penha	2,5	1.124	Imprópria
	Subtotal	27,1		-
Agosto	Bessa	12,8	450	Excelente
	Manaíra	32,8	2.349	Imprópria
	Cabo Branco	33,9	350	Imprópria
	Penha	20,6	1.132	Imprópria
	Subtotal	13,3		-

Março foi o único mês em que a maioria das praias pesquisadas (75%) estava com condições de água próprias para recreação de contato primário, exceto Manaíra. Entretanto, nessa ocasião não houve nenhuma avaliação “excelente”. Manaíra foi a praia de maior índice colimétrico observado, com exceção de abril, que foi a praia da Penha. Apesar disso, Manaíra também foi avaliada como “imprópria” para banho, mesmo com a concentração de coliformes totais abaixo do limite máximo de 1.000 UFC/ml estabelecido para a análise.

No período de coleta, choveu uma média de 280mm por mês, sendo que maio foi o mês com maior incidência de chuva (490mm) e correspondeu ao período em que mais fungos foram encontrados nas praias (535), conforme pode ser visto na Figura 8.

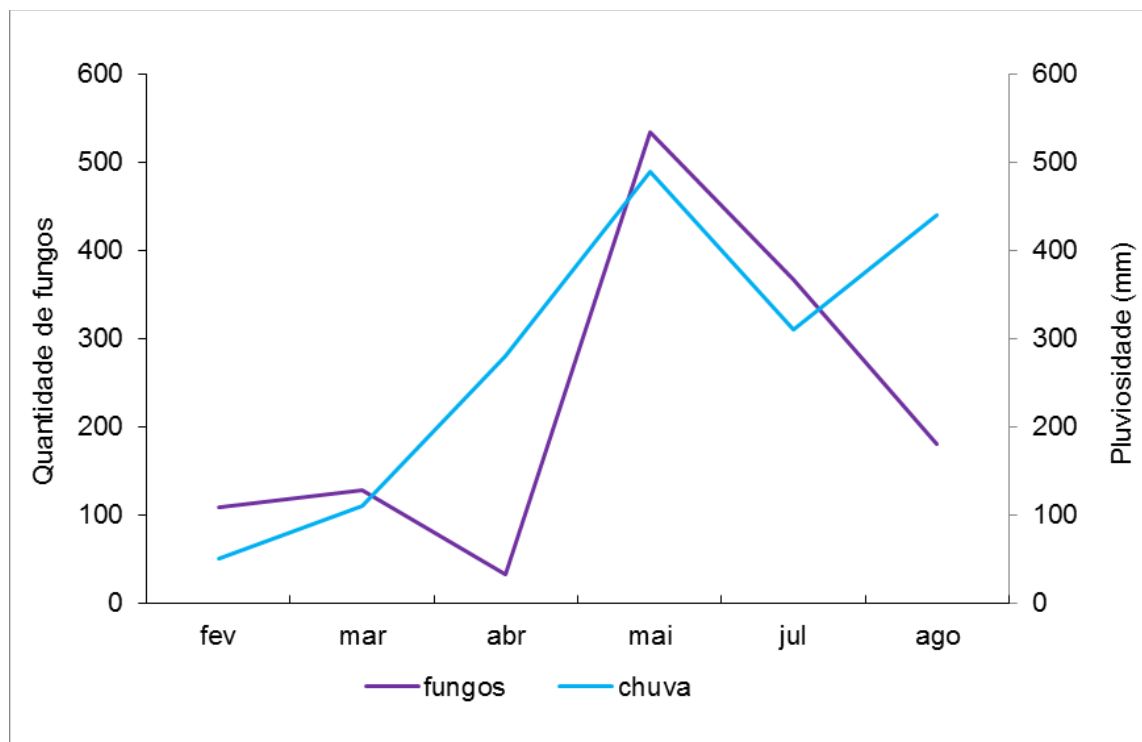


Figura 8: Quantidade total de fungos nas praias e pluviosidade em milímetros ao longo dos meses de coleta em João Pessoa.

Das colônias fúngicas foram isolados 57 morfotipos, 13 dos quais não puderam ser identificados, correspondendo a 28,4% das amostras, sendo que a maioria desses fungos foi isolada do Bessa. Esse valor foi superior ao encontrado para o fungo mais abundante de todo o estudo, *Aspergillus*, com 24,3% de frequência.

Dos identificados foram observados 13 gêneros, que em ordem de abundância foram *Aspergillus*, *Drechslera* e *Fusarium* e que juntos foram responsáveis por mais de 80% dos fungos identificados e quase 60% do total, além de aparecerem em todas as coletas, juntamente com *Curvularia*, *Trichobotrys* e *Epicoccum*, que não foram tão abundantes. Os menos abundantes foram *Dessitimurus* e *Pestalotia*, com um isolado de cada coleta, em maio e julho, respectivamente, além de quatro colônias de *Alternaria* em abril, todos estes em Cabo Branco, e *Coniosporium*, em fevereiro na Penha. *Mucor*, apesar de pouco abundante, só não foi isolado em Manaíra, enquanto *Cladosporium* foi observado no Cabo Branco e em Manaíra.

Do gênero *Aspergillus* também foi isolada a maior quantidade de morfotipos (13), seguido de *Curvularia* e *Penicillium* (6). *Aspergillus* foi o gênero mais abundante em metade dos meses, com exceção de maio, quando seu número foi excedido apenas por fungos do gênero *Fusarium* e em julho e agosto, por *Drechslera*.

Foi observada uma maior quantidade do gênero *Drechslera* no Cabo Branco, de *Fusarium* em Manaíra e de *Aspergillus* na Penha, sendo também este gênero o segundo mais abundante em todas as praias. No Bessa puderam ser identificados seis gêneros fúngicos, em Manaíra oito, na Penha nove e no Cabo Branco 12, sendo que nesta praia apenas *Coniosporium* não foi observado. A compilação dos dados está contida no Quadro 2.

Quadro 2: Porcentagem de cada gênero fúngico nas praias de João Pessoa.

Gêneros (%)	Praias				Total
	Bessa	Manaíra	Cabo Branco	Penha	
Sem identificação	48,9	21,4	19,4	31,3	28,4
<i>Aspergillus</i>	15,7	26,5	23,4	35,3	24,3
<i>Drechslera</i>	26,2	5,1	41,6	4,5	22
<i>Fusarium</i>	3	31,8	5,3	10,4	13,3
<i>Curvularia</i>	3,6	9,7	3,8	1	5
<i>Trichobotrys</i>	0	2,0	1,6	7,5	2,2
<i>Epicoccum</i>	2,3	1,8	0,4	3,5	1,7
<i>Penicillium</i>	0	1,5	1,8	4,0	1,6
<i>Cladosporium</i>	0	0,3	0,9	0	0,4
<i>Coniosporium</i>	0	0	0	2,0	0,3
<i>Mucor</i>	0,3	0	0,4	0,5	0,3
<i>Alternaria</i>	0	0	0,9	0	0,3
<i>Dessitimurus</i>	0	0	0,2	0	0,1
<i>Pestalotia</i>	0	0	0,2	0	0,1
Total de gêneros	46	61	92	69	100

Ao todo, foram isolados 858 fungos na região supralitoral, com uma média de 143 fungos por mês, sendo que as maiores quantidades foram encontradas na praia de Manaíra, em maio (176), em contraste com fevereiro, quando não houve fungos isolados. Em fevereiro, foram observados sete vezes mais fungos na região supralitoral do que na mesolitoral das praias, enquanto em maio foram isoladas as maiores quantidades nas duas regiões.

Na região mesolitoral, ao todo foram isolados 494 fungos, com uma média de 83 colônias, sendo que foram isoladas as maiores quantidades no Cabo Branco, em julho (181), principalmente de fungos não identificados, sendo que o total foi mais de sete vezes o valor encontrado nas outras praias, que juntas somaram 23, e em relação às outras coletas, para o mesmo local, que teve uma média de 44 fungos isolados. Julho foi o único mês em que foram encontrados mais fungos na região mesolitoral do que na supralitoral. Em março, da região mesolitoral foi isolado apenas um fungo do gênero *Alternaria*, enquanto na supralitoral

foi encontrada uma quantidade dentro da média. Nas outras praias as maiores quantidades de fungos na região mesolitoral foram observadas em maio. As quantidades encontradas em cada coleta estão demonstradas nas Figuras 9.

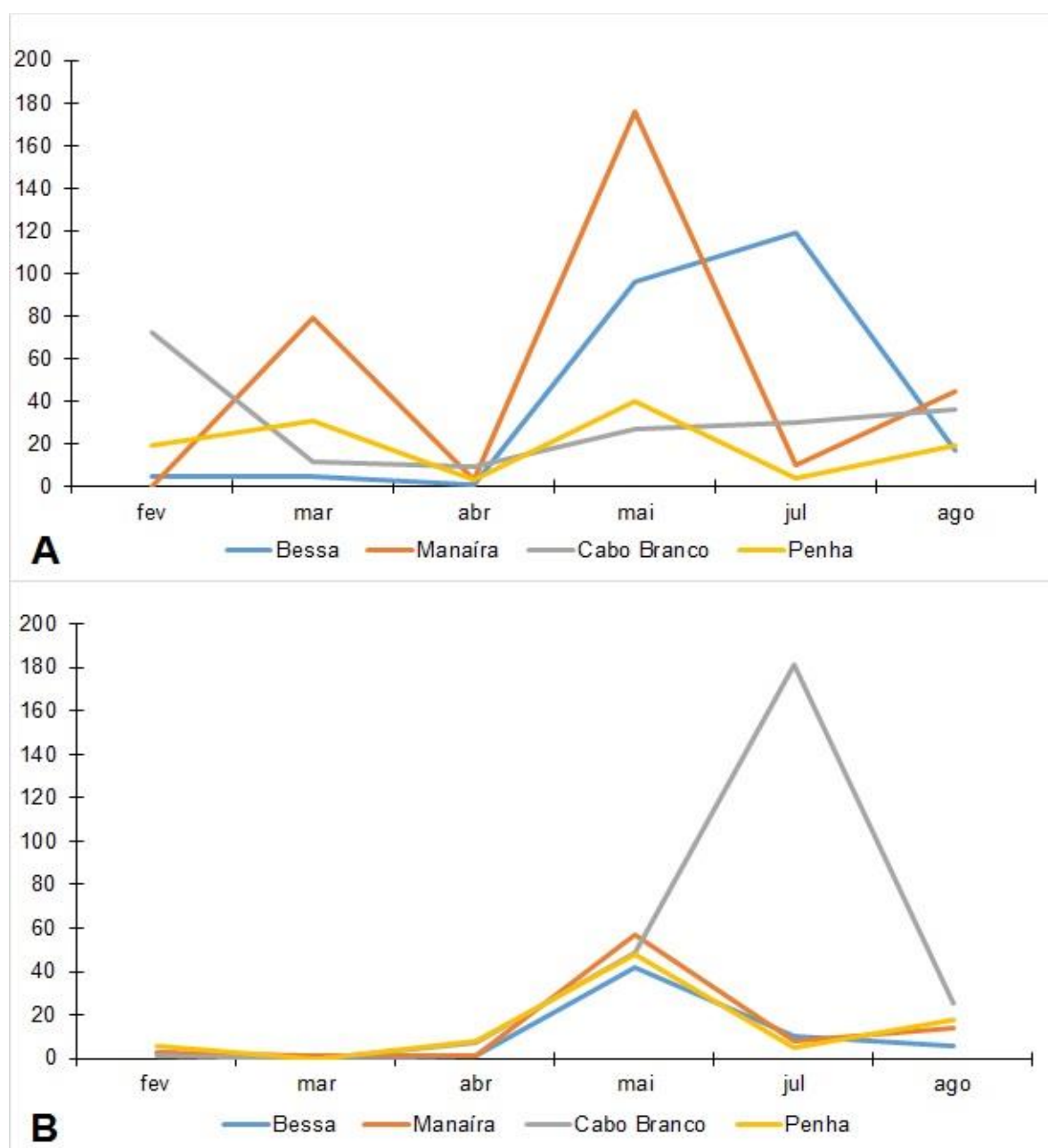


Figura 9: Total de fungos observados na Zona Supralitoral (Figura 9.A) e Mesolitoral (Figura 9.B) ao longo das coletas.

6 DISCUSSÃO

6.1 BALNEABILIDADE E COLIFORMES

A praia de Manaíra vem sendo classificada constantemente como imprópria para banho em face dos índices de balneabilidade, o que foi corroborado pelo presente trabalho. Em conformidade com diversos estudos, Morosine et al. (2004) estudaram a relação entre a qualidade da água e fatores de poluição na grande João Pessoa e em Cabedelo, encontrando uma frequência de 50% da classificação “imprópria” para recreação de contato primário, principalmente próximo a rios, canais e galerias pluviais, com uma crescente tendência de poluição fecal. Gomes e Barbosa (2015) investigaram as condições de balneabilidade em Manaíra no período de 2012 e 2013, encontrando um total de 71 e 58% de impropriedade para banho, respectivamente. Os autores concluíram que, além das chuvas, parâmetros como o número de frequentadores das praias, a ocupação irregular e as ligações clandestinas nas galerias pluviais e rios foram responsáveis por esse resultado.

Lima et al. (2015), em estudo semelhante, não encontraram relação obrigatória entre a quantidade de chuva e o comprometimento da balneabilidade, concluindo que mesmo em períodos secos existe o despejo de esgoto doméstico não tratado na rede de drenagem. Na pesquisa, os autores também encontraram uma grande contaminação da água por amônia (NH_3). Muito próximo à área amostrada no presente trabalho está localizada a saída de uma galeria de escoamento pluvial, o que poderia explicar uma maior tendência de pior qualidade da água em relação aos outros pontos de análise. Entretanto, de acordo com o Projeto Orla (MMA, 2004), cerca de 90% do bairro de Manaíra tem infraestrutura implantada, como rede coletora de esgoto e, dessa forma, não deveria apresentar condições impróprias para banho (MOROSINE, 2004). Apesar dessa frequente condição, a praia de Manaíra tem intensa atividade balneária, o que aumenta os riscos de exposição dos usuários a diversos patógenos do ambiente contaminado.

A praia do Cabo Branco no período do estudo apesar de avaliada como “própria” para recreação em alguns dias, sempre houve constatação de algum grau de poluição por esgoto doméstico, assim como a praia da Penha. Além disso, em diversas análises a qualidade da água do Cabo Branco foi classificada como “imprópria” para banho, mesmo com os níveis de concentração de coliformes totais abaixo do limite permitido, uma vez que a categorização leva em consideração a tendência da qualidade da água ao longo das últimas 5 amostras. Em oposição ao encontrado nessa pesquisa, no estudo de Morosine et al. (2004)

as praias do Bessa e Cabo Branco mantiveram-se “próprias” para banho nas categorias “excelente” e “muito boa” de 90 a 100% do tempo.

Medeiros et al. (2017), estudando as praias do Cabo Branco, em João Pessoa e Intermares, em Cabedelo-PB, encontraram uma concentração baixa de coliformes, classificando-as na categoria “excelente” para banho. Entretanto, neste estudo, Bessa foi a única praia com condições da água frequentemente apropriadas para recreação de contato primário, com pouca concentração de coliformes.

Outra questão relevante a ser considerada é que, neste estudo, em todas as coletas não houve a constatação da presença de placas de sinalização da SUDEMA com as respectivas classificações balneárias, nem mesmo em Manaíra, onde a qualidade da água é frequentemente considerada imprópria para banho e onde existe um intenso fluxo de pessoas em todas as épocas do ano. Essa ferramenta é extremamente importante na sensibilização dos usuários das praias quanto a exposição à poluição por esgoto doméstico e, conseqüentemente, propensão a doenças causadas por organismos patogênicos oriundos desses ambientes contaminados.

Nas análises de qualidade da água atualmente não são medidos pela SUDEMA parâmetros da água como temperatura e pH, pois de acordo com a equipe são fatores qualitativos e dependentes do horário em que foram aferidos, atrapalhando a análise dos dados. Entretanto, esses parâmetros têm sido amplamente utilizados como um dos critérios indicadores da qualidade da água em países como o Brasil (BRASIL, 2000), Austrália (NHMRC, 2008) e Canadá (HC, 2012), devido ao risco potencial de irritação das mucosas por mudanças extremas de pH, além de ambos os parâmetros afetarem o metabolismo de diversos organismos e poderem aumentar a precipitação, solubilidade e efeito de substâncias químicas tóxicas, como metais pesados. ARAÚJO et al. (2015), em estudo sobre a qualidade físico-química e bacteriológica da água do Cabo Branco, encontraram valores de pH acima do permitido pelo CONAMA, evidenciando a necessidade de monitoramento.

Outra questão é a utilização pela SUDEMA do método de análise por meio da concentração de coliformes totais na água, sendo que órgãos brasileiros, como a CETESB, e internacionais, como a OMS e a *U.S Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental, em inglês), recomendam a utilização de enterococos intestinais para classificação balneária de águas salobras e salinas, uma vez que sua taxa de mortalidade no ambiente marinho é mais baixa, sendo a sua persistência semelhante à de organismos potencialmente patogênicos transmitidos pela água. Também estão presentes em abundância nas fezes de animais homeotérmicos e acredita-se que não tenham a capacidade de se reproduzir em águas contaminadas por esgoto, sendo estreita sua relação com riscos à saúde humana.

6.2 FATORES ABIÓTICOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO DA ORLA

Neste estudo, a praia da Penha foi aquela com maior quantidade e frequência de detritos na areia, sendo a maior concentração observada em fevereiro, que é um mês de alta temporada e feriados importantes para o turismo do município, como o carnaval. Apesar de julho ser um mês de férias, é um período chuvoso na região, inclusive com ocorrência de chuva durante a coleta neste mês. Assim, conclui-se que neste estudo a presença de detritos de origem antropogênica esteja relacionada com a sazonalidade e por sua vez com a quantidade de usuários das praias. Entretanto, a quantidade de lixo observada em todas as praias foi muito significativa e preocupante. Melo et al. (2014) investigaram o impacto do turismo em recifes de corais localizados no Seixas-Penha, em João Pessoa, listando como principais impactos o despejo de resíduos sólidos e líquidos, além do pisoteio dos recifes pelos frequentadores das praias, como turistas e pescadores, com um consequente aumento da sedimentação, o que contribui para o sufocamento da vida marinha. Os autores também perceberam a predominância de macroalgas no substrato recifal, conforme também pôde ser observado na areia da praia da Penha.

Outro fator relevante na região é o grau de poluição em que se encontra o Rio do Cabelo (FARIAS et al., 2006; DE FARIAS, 2011), que desagua muito próximo ao ponto de coleta da Penha e onde foi constatado mau cheiro e presença de espuma, corroborando diversas pesquisas sobre a qualidade da água desse rio. Apesar de haver poucos residentes na Penha, quando comparado a outras praias de João Pessoa, a falta de saneamento adequado e coleta de lixo também podem contribuir para o declínio da qualidade da água. Além disso, a alta frequência de barcos de pesca no local indica que existe a prática de arrasto de camarão, que pode estar causando degradação ambiental. Aliás, o consumo de pescado oriundo dessas áreas contaminadas pode ser muito prejudicial à saúde humana.

O contato com fezes de cachorro na areia das praias é um dos principais riscos microbianos à saúde humana. De acordo com a World Health Organization (WHO, 2003), é necessária a restrição de acesso sazonal de acordo com a frequência de uso das praias e condicioná-lo à obrigação de remoção das excretas desses animais por seus donos. Neste estudo, a praia do Cabo Branco, que é uma praia com alta circulação de pessoas, foi aquela com uma alta incidência de cães e outros animais vetores de doenças, como pombos. A presença desses animais está ligada a diversas doenças em humanos e pode comprometer seriamente a qualidade ambiental (WANG et al., 2010). Além disso, as fezes desses animais também são ricas em *Escherichia coli*, o que poderia comprometer as análises de qualidade da água que utilizam esse organismo como bioindicador (RODRIGUES; CUNHA, 2017).

Outra questão bastante importante é que dois pontos de coleta, no Bessa e no Cabo Branco, estão localizados em Áreas de Preservação Permanente, uma vez que são utilizadas por tartarugas-de-pente para nidificação. Isso quer dizer que o monitoramento nessas áreas deve ser mais rigoroso do que em outras áreas utilizadas para recreação ou de uso secundário. Entretanto, a praia do Cabo Branco está localizada na porção urbanizada da orla, sendo muito frequentada por usuários de diferentes setores durante o ano todo e servindo também de palco para diversos eventos culturais. A praia do Bessa, apesar de ser um pouco mais afastada do centro e apresentar melhores condições de balneabilidade, houve contaminação por esgoto e resíduos sólidos, corroborando estudos como de Mascarenhas et al. (2008), que avaliaram a presença de lixo em áreas de nidificação de *E. imbricata*. Assim, é certo que existe um conflito de interesses no uso desse espaço, sendo que as demandas ecológicas geralmente acabam sendo menosprezadas em comparação com as exigências econômicas.

Em ecossistema próximo, Alves e Sassi (2003) avaliaram os impactos antrópicos em um manguezal em Intermares, salientando a ocupação irregular do solo, o acúmulo de lixo e o despejo de efluentes, indicando uma influência de vários fatores de degradação ambiental. No presente estudo, puderam ser observados diversos indicadores de degradação ocorrendo concomitantemente como a presença de construções irregulares, deficiência na rede coletora de esgoto e de lixo, ocorrência de detritos de diversas origens na areia e córregos completamente poluídos desaguardo no mar, mostrando uma necessidade de maior preservação e fiscalização não só desses locais como também de ecossistemas próximos.

Além disso, apenas as praias do Bessa e Cabo Branco ainda mantêm uma faixa de vegetação de restinga preservada. Apesar de haver alguns trechos da praia de Manaíra com vegetação, a mesma era composta principalmente de gramíneas e deixou de existir em diversos períodos durante o estudo, indicando ação erosiva na área. De acordo com o projeto Orla (MMA, 2004), a composição da vegetação é inversamente proporcional ao adensamento da concentração urbana, o que pôde ser verificado neste estudo.

Assim, é evidente uma degradação ambiental generalizada de diversos ecossistemas da Paraíba, principalmente dos corpos hídricos como as bacias hidrográficas e a orla. João Pessoa, além de concentrar grande parte da população do Estado e ser um polo econômico de extrema importância, também está permeada de ecossistemas que carecem de maior dedicação à sua preservação, pois muitos deles são detentores de espécies endêmicas e raras, como os manguezais e recifes de coral. É essencial ordenar o crescimento da população por meio da implementação de uma rede de saneamento básico mais ampla, além de conscientizar as pessoas sobre os riscos de se ligar clandestinamente os esgotos às

galerias de escoamento pluvial e também de se jogar resíduos sólidos nas praias ou não destiná-los corretamente.

6.3 QUANTIDADE DE FUNGOS

Infecções fúngicas são mais frequentemente observadas em estações do ano em que a temperatura e umidade relativa do ar estão altas (LARRONDO; CALVO, 1989). Michalska et al. (2010) isolaram mais anemófilos na primavera e outono, na Baía de Gdansk, no mar Báltico, e obtiveram uma correlação da abundância com a velocidade do vento e temperatura. Zheng et al. (2009) encontraram uma relação entre os microrganismos anemófilos (fungos e bactérias) e fatores ambientais como velocidade do vento, umidade, temperatura, total de material particulado suspenso e também com o número de visitantes do delta do Rio Pérola, na China. Vezzulli et al. (2009) encontraram relação entre os fungos detectados na região entremarés e a temperatura do ar. No presente estudo, a maior quantidade de fungos foi observada no período de maior índice pluviométrico e nas praias com maior circulação de pessoas.

De acordo com o observado e em conformidade com os estudos de Whitman et al. (2014), a quantidade de fungos anemófilos foi maior na região supralitoral do que na mesolitoral, sugerindo a existência de resíduos orgânicos na área. A presença de material particulado na atmosfera, como a poluição produzida pelo tráfego de carros, também pode influenciar na quantidade de fungos e de outros bioaerossois (JONES; HARRISON, 2004), segundo pôde ser corroborado por este estudo, uma vez que a região supralitoral está localizada mais próxima das ruas de acesso, estando sujeita à sua influência.

Além disso, quase metade dos fungos coletados não puderam ser identificados por não apresentarem estruturas reprodutivas, que foram a base da identificação, em conformidade parcial com o estudo de Pereira et al. (2010), que analisaram a microbiota do solo e do ar na região da Borborema, na Paraíba, e Shelton et al. (2002), que estudaram a composição de fungos anemófilos em ambientes fechados e ao ar livre em todas as estações do ano, encontrando as maiores abundâncias para os gêneros *Cladosporium*, *Penicillium* e não esporulados, respectivamente. No presente estudo, a maioria dos fungos não identificados foram encontrados na praia do Bessa, o que poderia ser um indicativo de que a composição de espécies é mais heterogênea nessa região do que nas praias mais degradadas, como Penha e Manaíra.

Dos que puderam ser identificados, o gênero *Aspergillus* foi o fungo de maior diversidade e abundância, em conformidade parcial com as pesquisas de Abdel-Fattah et al. (1987), Larrondo e Calvo (1989), Maier et al. (2003), Migahed (2003), Gomes et al. (2008), Vezzulli et al. (2009); Pereira et al. (2010), Sabino et al. (2011); Oliveira et al (2011) e Yee et al. (2016) em que *Aspergillus* e *Penicillium* se alternaram entre os de maior diversidade e abundância. Por outro lado, pesquisas como de Bernardi, Costa e Nascimento (2006) identificaram mais fungos isolados dos gêneros *Cladosporium*, *Alternaria* e *Penicillium*, enquanto Rêgo e Santos (2015) encontraram mais fungos do gênero *Cladosporium*, *Penicillium* e *Aspergillus*.

Neste estudo, *Aspergillus* foi encontrado mais frequentemente nos meses com menor incidência de chuva, enquanto o gênero *Fusarium* foi mais abundante no mês com maior índice pluviométrico e nos dois meses posteriores, que também foram chuvosos. Os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*, apesar de conspícuos no ambiente, são agentes potencialmente patogênicos oportunistas e possuem diversas espécies que secretam enzimas hidrolíticas extracelulares, sendo responsáveis por causar doenças infecciosas, alergias e intoxicação. Esses gêneros, pela sua frequência encontrada no ambiente como espécimes anemófilas, são importantes indicadores da qualidade ambiental, pois a maior abundância está relacionada com a presença de resíduos orgânicos em decomposição em áreas próximas.

Outros gêneros fúngicos isolados em todas as praias do presente estudo, como *Curvularia*, *Drechslera* e *Epicoccum*, vêm sendo identificados em ambientes externos por diversos autores, como por Oliveira et al. (1993), em Natal (RN); por Menezes et al. (2005), em Fortaleza (CE); Basilico et al. (2007), em Santa Fé, na Argentina; por Bezerra et al. (2014), em São Luís (MA) e por Nanda e Nayak (2015), em plantações de cana-de-açúcar em Thondamanatham, na Índia, tendo sido descritos na literatura como importantes agentes etiológicos. *Mucor*, apesar de ter sido pouco frequente neste estudo, só não foi isolado em Manaíra, podendo ser comumente encontrado em efluentes ricos em matéria orgânica (COOKE, 1954). Al-Yasiri et al. (2017), pesquisando os fungos encontrados nas fezes de gaivota em arquipélagos na França, constataram uma predominância desse gênero e uma alta relação entre as espécies e seus biótopos.

Diversos órgãos nacionais, como a CETESB, e internacionais, como a OMS, recomendam a monitorização de grupos taxonômicos de interesse médico, como os fungos anemófilos. A Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE) determina que a areia da praia também seja monitorada, sendo identificados os fungos dermatófitos e leveduriformes dos ambientes destinados a recreação de contato primário (BRANDÃO et al. 2011). Nenhum desses requisitos atualmente é levado em consideração na classificação balneária das praias

paraibanas. Entretanto, é sabido que faltam recursos econômicos e humanos para a execução efetiva de uma rotina de monitoramento desses grupos.

Um bioindicador deve estar correlacionado com a presença de agentes patogênicos e ter um perfil de sobrevivência semelhante ao que ele detecta, o que nem sempre acontece devido a diferenças fisiológicas, filogenéticas e ecológicas. Neste estudo foi observada uma baixa relação entre a quantidade de coliformes e de fungos anemófilos nas praias de João Pessoa, assim como Morias et al. (2012), que também não encontraram entre os fungos filamentosos e poluição fecal, no mesmo município, e como Vezzulli et al. (2009), entre os fungos e os coliformes totais encontrados na região entremaré de uma praia em Gênova, na Itália. De modo contrário, Arvanitidou et al. (2005), pesquisando a microbiota da água dos rios Aliakmon e Axios, na Grécia, encontraram relação entre indicadores de poluição fecal e fungos filamentosos.

Rodrigues e Cunha (2017) afirmam que não existe um bioindicador universal que consiga prever a presença de todos os agentes patogênicos e que a saúde pública não pode ser assegurada somente com base na detecção de um organismo, requerendo um monitoramento com indicadores alternativos em conjunto com os convencionais. É recomendado pelos autores também a utilização de indicadores de contaminações recentes e antigas. Neste estudo, apesar de não ter sido encontrada uma relação entre a densidade de coliformes totais e a composição de fungos anemófilos, foi observado que as praias se encontram intensamente poluídas por esses organismos e por resíduos sólidos e líquidos de origem antropogênica, ao mesmo tempo em que são muito frequentadas por usuários e trabalhadores e servem como fonte de subsídio econômico para diversos setores do município.

7 CONCLUSÃO

De acordo com as análises de classificação balneária, da identificação dos atuais agentes de degradação das praias urbanas de João Pessoa e da composição de fungos anemófilos associados, foi concluído que a praia com maior risco potencial de se contrair doenças é a de Manaíra. Não só as condições de balneabilidade foram as piores dentre as praias estudadas, como é a de maior número de residentes e circulação de pessoas de diversos setores. Existem diversas práticas que contribuem para a degradação dessa praia, com atividades agressivas ao ambiente como a pesca de arrasto e as visitas sem supervisão adequada ao recife de Picãozinho.

Apesar disso, todas as praias mostram ter algum grau de contaminação por coliformes, principalmente próximas às galerias pluviais e córregos, o que reflete a poluição por esgoto doméstico não tratado adequadamente, causado pela deficiência na infraestrutura e pelas ligações clandestinas nas redes de drenagem urbana. A grande concentração de detritos de origem antropogênica é muito preocupante, principalmente na praia da Penha, pois coloca a saúde humana em sério risco, além de acarretar em severos danos ecológicos a muitas espécies costeiras e ao ambiente marinho, além de prejuízos econômicos em diversas escalas.

Foram observadas várias espécies fúngicas ao longo do estudo com capacidade de causar alergias e outras doenças micóticas, principalmente do gênero *Aspergillus* e de fungos não esporulados. Uma vez que não houve relação entre a quantidade de coliformes e a ocorrência dos fungos anemófilos, conclui-se que esse indicador de poluição não pode prever sua presença e que praias consideradas próprias para recreação podem conter microrganismos nocivos à saúde humana e de outras espécies, sendo necessário um monitoramento específico para sua detecção.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nenhuma das técnicas de determinação da densidade de bactérias fecais permite que se conheça a qualidade das águas marinhas em tempo real. Existem múltiplos fatores que são capazes de modificar em pouco tempo as concentrações desses bioindicadores nos corpos hídricos, então mesmo que essas técnicas existissem, as condições sanitárias continuariam a mudar. Assim, como esses resultados estão sujeitos a grandes oscilações ao longo do tempo, o mais significativo não é o resultado imediato, mas sim a tendência da qualidade da água, ou “condição mais comum”.

Ainda são poucos os esforços nacionais para compilar os resultados locais e compará-los em escala mundial a fim de implementar um monitoramento global efetivo. Há algumas iniciativas internacionais como o Programa Global de Ação para Proteção do Ambiente Marinho de Atividades Baseadas em Terra (UNEP/GPA, 2006), que dá orientações aos países para reduzirem as fontes de degradação antropogênicas ao ambiente marinho e um relatório bienal, publicado pela OMS desde 2003, em nome da ONU – Água e cujo objetivo é fornecer aos representantes políticos e tomadores de decisão uma análise confiável, acessível e abrangente dos investimentos, bem como dos ambientes propícios para a implementação de medidas de saneamento e abastecimento de água potável. De acordo com o último relatório, emitido em 2017, os países não estão aumentando os gastos com abastecimento de água e saneamento básico rápido o suficiente para cumprir as metas dos Objetivos ao Desenvolvimento Sustentável (ODS), que visam o acesso universal a serviços de água e saneamento até 2030 (GLAAS, 2017).

No Brasil, o Programa Nacional de Avaliação de Qualidade das Águas (PNQA) utilizou vários indicadores ambientais para analisar a qualidade de corpos hídricos brasileiros, disponíveis na publicação disponível *online* intitulada “Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil”, de 2005. O Projeto Bandeira Azul, desenvolvido pelo Órgão Não-Governamental FEE (*Foundation for Environmental Education*), sendo no Brasil representado pelo Instituto Ambientes em Rede (IAR), promove o uso sustentável das áreas costeiras por meio de educação e informação ambiental, qualidade da água e balneabilidade, segurança dos usuários e gestão ambiental. As praias devem cumprir todos os critérios pré-estabelecidos para receberem o selo certificado e hastear a bandeira símbolo do Programa, que incluem a mensuração de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, bem como de diversos aspectos ambientais, econômicos e legais (IAR, 2018).

A Certificação Bandeira Azul foi pleiteada em 2015 pelo Parque Estadual de Areia Vermelha, em Cabedelo, sendo que no momento encontra-se em fase piloto. Ambientalistas do Instituto Ambientes em Rede (IAR) visitaram a área e salientaram melhorias em alguns critérios, como a efetivação de programas ambientais, promovidos entre gestores e usuários; intervenções na infraestrutura local, visando a diminuição da degradação; e em relação às análises de balneabilidade das águas. Além disso, no Nordeste, a temporada de Bandeira Azul é anual, o que enfatiza a necessidade de monitoramento e preservação da orla paraibana.

Em João Pessoa, os recifes de Picãozinho são os mais impactados por atividades turísticas, com ênfase no descarte de resíduos sólidos nas piscinas, excesso de visitantes nos períodos de temporada e desrespeito às orientações sobre pisoteio. Destaca-se também que estes recifes não são contemplados por um Plano de Gestão, como é o caso do Parque Estadual de Areia Vermelha ou em outros estados brasileiros. Entretanto, é necessário um esforço para preservação desses ambientes, pois as principais espécies que o formam ocorrem apenas em águas brasileiras. O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima foi implantado em Cabedelo em 2004 pela SUDEMA em parceria com o Governo do Estado e o Ministério do Meio Ambiente e visou a aplicação de diretrizes voltadas para o disciplinamento de uso e ocupação do litoral paraibano, tendo como objetivo principal a redução dos impactos causados pelos mesmos, associando e compatibilizando as políticas ambientais e patrimoniais de forma a promover o desenvolvimento sustentável.

O efetivo monitoramento e proteção dos ambientes costeiros e dos corpos hídricos de modo geral requerem a cooperação dos órgãos tomadores de decisão em todas as esferas de atuação, assim como de seus usuários. É necessária maior comparação dos resultados das análises entre os laboratórios e entre os países, culminando na integração e padronização global dos dados obtidos para a disponibilização dos resultados para a população, com vistas a conscientização e prevenção dos problemas relacionados à deterioração da qualidade da água. Entretanto, vale ressaltar que os programas de monitoramento são retrospectivos e só podem ser implantados após a exposição humana ao risco.

A UNESCO, em 1986, desenvolveu cinco elementos para a avaliação de qualidade ambiental: qualidade do ar, do solo, da água, da flora e da fauna (MEYERSON et al., 1986). A partir dos resultados obtidos neste estudo, futuramente poderá ser realizado um diagnóstico do estado de conservação do litoral paraibano, com a pontuação das principais áreas de risco à saúde dos transeuntes, possibilitando assim a elaboração de políticas públicas de educação ambiental, bem como possíveis programas de monitoramento, conscientização e prevenção de doenças infecciosas, além de acrescentar informações essenciais sobre a diversidade de fungos nas praias brasileiras, que são relativamente escassas.

REFERÊNCIAS

ABDEL-FATTAH, S. M.; MOUBASHER, A. H.; ABDEL-HAFEZ, S. I. Studies on mycoflora of salts marshes in Egypt. I Sugar Fungi. **Mycopathologia**, v. 61, p. 19-26. 1977.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Poluição das águas: Terminologia - NBR 9896. Rio de Janeiro, 1987.

AL-YASIRI, M. H.; NORMAND, A. C.; MAUFFREY, J. F.; RANGUE, S. Anthropogenic impact on environmental filamentous fungi communities along the Mediterranean littoral. **Mycoses**, n. 60, v. 7, p. 477-484, 2017.

ALI-SHTAYEH, M. S.; JAMOUS, R. M. Keratinophilic fungi and related dermatophytes in polluted soil and water habitats. **Revista Iberoamericana de Micologia**, n. 17, p. 51-59, 2000.

ALVES, R. R. da N.; SASSI, R. **Phytosociological Characteristics and Anthropogenic Impacts on The Mangrove of Intermare Coastal Lagoon, Northeastern Brazil**. Tropical Oceanography-ISSN: 1679-3013, v. 31, n. 2, 2003.

ANDERSON, J. H. In vitro survival of human pathogenic fungi in Hawaiian beach sand. *Sabouraudia: Journal of Medical and Veterinary Mycology*, n. 17, v.1, p. 13-22, 1979.

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed., **United Book Press**, Inc., Baltimore, MD, 2005.

ARAUJO, G. H.; GORLACH-LIRA, K.; MEDEIROS, D. S.; SASSI, C. F. C. Physicochemical and bacteriological seawater quality and sustainability of Cabo Branco (Brazil) coral reef. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 10, n. 2, p. 94-104, 2015.

ARVANITIDOU, M.; KANELLOU, K.; KATSOUYANNOPOULOS, V.; TSAKRIS, A. Occurrence and densities of fungi from northern Greek coastal bathing waters and their relation with faecal pollution indicators. **Water research**, n. 36, v. 20, p. 5127-5131, 2002.

ARVANITIDOU, M.; KANELLOU, K.; VAGIONA, D. G. Diversity of Salmonella spp. and fungi in northern Greek rivers and their correlation to fecal pollution indicators. **Environmental Research**, n. 99, v.2, p. 278-284, 2005.

AZEVEDO, J.; MADSON, T. S.; DOS SANTOS, C. A. C. Análise da tendência das doenças associadas à disposição inadequada de resíduos sólidos para o Município de João Pessoa-PB. **Editora Leve**, p. 121-149, 2017.

BAKER, D. M.; MACAVOY, S. E.; KIM, K. Relationship between water quality, $\delta^{15}\text{N}$, and aspergillosis of Caribbean sea fan corals. **Marine Ecology Progress Series**, n. 343, p. 123-130, 2007.

BARTRAM, J.; REES, G. (Ed.). Monitoring bathing waters: a practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes. **CRC Press**, 1999.

BASILICO, M. D. L. L. Z.; CHIERICATTI, C.; ARINGOLI, E. E.; ALTHAUS, R. L.; BASILICO, J. C. Influence of environmental factors on airborne fungi in houses of Santa Fe City, Argentina. **Science of the Total Environment**, n. 376, v.1-3, p. 143-150, 2007.

BAUER, H.; FUERHACKER, M.; ZIBUSCHKA, F.; SCHMID, H.; PUXBAUM, H. Bacteria and fungi in aerosols generated by two different types of wastewater treatment plants. **Water Research**, n. 36, v. 16, p. 3.965-3.970, 2002.

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. **Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization**. International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM), v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013.

BERGEN, L.; WAGNER-MERNER, D. T. Comparative survey of fungi and potential pathogenic fungi from selected beaches in the Tampa Bay area. **Mycologia**, n. 69, v. 2, p. 299-308, 1977.

BERNARDI, E.; COSTA, E. L. G. da; NASCIMENTO, J. S. do. **Fungos anemófilos e suas relações com fatores abióticos, na praia do Laranjal, Pelotas, RS**. Revista de biologia e ciências da Terra, v. 6, n. 1, p. 91-96, 2006.

BEZERRA, G. F. D. B.; GOMES, S. M.; SILVA, M. A. C. N. D.; SANTOS, R. M. D.; MUNIZ FILHO, W. E.; VIANA, G. M. D. C.; NASCIMENTO, M. D. D. S. B. Diversity and dynamics of airborne fungi in São Luis, State of Maranhão, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 47, v.1, p. 69-73, 2014.

BLACKWELL, M. The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? **American journal of botany**, v. 98, n. 3, p. 426-438, 2011.

BRANDÃO, J.; SILVA, C.; FERREIRA, F., COSTA, C.; CUNHA, M. Monitorização da Qualidade das Areias em Zonas Balneares. **Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge Lisboa**, 2011.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986**. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p. 11.356, 1986.

_____. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente/ CONAMA. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Diário Oficial da da União, Brasília. Seção 1, p. 70-71, 2001.

_____. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p. 58-63, 2005.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water. Caderno Saúde Pública, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CABRAL, J. P. Can we use indoor fungi as bioindicator of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. **Science of the total environment**, n. 408, v. 20, p. 4.285-4.295, 2010.

CARNEIRO, H. A.; SOUSA, O. K.; GUSTAVO, L.; BRITO, A. S. de; SILVA, S. G. da; MARCELINO, J. Monitoramento da qualidade da água de cinco rios do litoral da Paraíba: coliformes fecais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, n. 2, v. 3, p. 121-127, 2015.

CARVALHO, A.; NETO, J. M. M.; LIMA, V. L. Avaliação do Índice de Balneabilidade a partir de Indicadores Biológicos do Açude Soledade em Soledade, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, N. 7, v. 2, 2010.

CAVALCANTE, E. D. C.; BISPO, M. de S.; SOARES, L. C. Praia, sol e mar: um mergulho na compreensão da orla marítima de João Pessoa (PB) como organização. **Gestão & Regionalidade**, v. 31, n. 92, 2015.

CETESB –COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas litorâneas do Estado de São Paulo: balneabilidade das praias 2006**. São Paulo: CETESB; 2007.

CHANG, J. C.; OSSOFF, S. F.; LOBE, D. C.; DORFMAN, M. H.; DUMAIS, C. M.; QUALLS, R. G.; JOHNSON, J. D. UV inactivation of pathogenic and indicator microorganisms. **Applied Environmental Microbiology**, n. 49, p. 1.361–1.365, 1985.

CHAPMAN, D. V. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. **World Health Organization**, 651 pp., Londres, 1996.

COLFORD Jr, J. M.; WADE, T. J.; SHIFF, K. C.; WRIGHT, C. C.; GRIFFITH, J. G.; SANDHU, S. K.; BURNS, S.; HAYES, J.; SOBSEY, M.; LOVELACE, G.; WEISBERG, S. B. Water quality indicators and the risk of illness in non-point source impacted recreational waters. **Epidemiology**, v. 18, n. 1, p. 27-35, 2007.

CONEJO, J. G. L.; COSTA, M. P. da, TEIXEIRA, A. D. F. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. **Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos**, 2005.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; COSTA, M. A. J.; DE BRITO, A. C. L. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. **Gaia Scientia**, n.1, v. 1, 2007.

COOKE, W. B. Fungi in Polluted Water and Sewage: I. Literature Review. **Sewage and Industrial Wastes**, p. 539-549, 1954.

COOKE, W. B.; KABLER, P. Isolation of potentially pathogenic fungi from polluted water and sewage. **Public Health Reports**, n. 70, v. 7, 689 pp., 1955.

DABROWA, N.; LANDAU, J. W.; NEWCORNER, V. D.; PLUNKETT, O. A. A survey of tide-washed coastal areas of southern California for fungi potentially pathogenic to man. **Mycopathologia et mycologia applicata**, n. 24, v. 2, p. 137-150, 1964.

DEBEUS, G.; CRISPIM, M. C. O turismo nas piscinas naturais de Picãozinho, João Pessoa – PB – percepções, conflitos e alternativas. **Revista de Estudos Ambientais**, n. 10, v.1, p. 21-32, 2008.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK, 609 pp., 1971.

ELLIS, M. B. **More Dematiaceous Hyphomycetes**. CAB International Mycological Institute, Kew, UK. 507 pp., 1976.

ELMANAMA, A. A.; FAHD, M. I.; AFIFI, S.; ABDALLAH, S.; BAHR, S. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. **Environmental research**, v. 99, n. 1, p. 1-10, 2005.

ERKARA, I. P.; ASAN, A.; YILMAZ, V.; PEHLIVAN, S.; OKTEN, S. S. Airborne *Alternaria* and *Cladosporium* species and relationship with meteorological conditions in Eskisehir City, Turkey. **Environmental monitoring and assessment**, n. 144, v. 1, p. 31-41, 2008.

FARIAS, M. S. S.; DE LIMA, V. L. A.; NETO, J. D.; LEITE, E. P. F., ANDRADE, A. R. S. Degradação da Bacia Hidrográfica do Rio do Cabelo e os Efeitos ao Meio Ambiente. **Oportunidades e tendências**, p. 56, 2006.

FARIAS, M. S. de; NETO, J. D.; de LIMA, V. L. A. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo: parâmetros físico-químicos. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 6, n. 1, p. 161, 2011.

FELLNER, R. Mycorrhiza-forming fungi as bioindicators of air pollution. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 28, n. 1-4, p. 115-120, 1990.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. D. M., CARVALHO JUNIOR, A. A., COSTA, A., COSTA, D. P., HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER B. M. T.; ZAPPI, D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro V. 1, 871 pp., 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org>> Acesso em: 04/01/18.

FURBY, K. A.; APPRILL, A.; CERVINO, J. M.; OSSOLINSKI, J. E.; HUGHEN, K. A. Incidence of lesions on Fungiidae corals in the eastern Red Sea is related to water temperature and coastal pollution. **Marine environmental research**, n. 98, p. 29-38, 2014.

GAMBALE, W.; PURCHIO, A.; PAULO, C. Influência de fatores abióticos na dispersão aérea de fungos na cidade de São Paulo, Brasil. **Revista de microbiologia**, N. 14, v.3, p. 204-214, 1983.

GAO, M.; YAN, X.; QIU, T.; HAN, M.; WANG, X. Variation of correlations between factors and culturable airborne bacteria and fungi. **Atmospheric Environment**, n. 128, p. 10-19, 2016.

GOMES, D.; 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 Caiada" beaches, Olinda, Pernambuco, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, n. 68, v.3, p. 577-582, 2008.

GOMES, D. de F.; BARBOSA, E. C. A. Avaliação das condições ambientais da Balneabilidade da Praia de Manaíra município de João Pessoa/PB. **Revista Ambiental**, N.1, v.2, p. 11-20, 2015.

GRINN-GOFRÓN, A.; STRZELCZAK, A.; WOLSKI, T. The relationships between air pollutants, meteorological parameters and concentration of airborne fungal spores. **Environmental pollution**, n. 159, v. 2, p. 602-608, 2011.

HAGLER, A. N. Yeasts as indicators of environmental quality. **Biodiversity and ecophysiology of yeasts**, p. 515-532, 2006.

HAILE, R. W.; WITTE, J. S.; GOLD, M.; CRESSEY, R.; MCGEE, C.; MILLIKAN, R. C.; GLASSER, A.; HARAWA, N.; ERVIN, C.; HARMON, P.; HARPER, J.; DERMAND, J.; ALAMILLO, J.; BARRETT, K.; NIDES, M.; WANG, G. The health effects of swimming in ocean water contaminated by storm drain runoff. **Epidemiology**, p. 355-363, 1999.

HALLIDAY, E.; GAST, R. J. Bacteria in beach sands: an emerging challenge in protecting coastal water quality and bather health. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 2, p. 370-379, 2011.

HAMEED, A. A.; KHODER, M. I.; YUOSRA, S.; OSMAN, A. M.; GHANEM, S. Diurnal distribution of airborne bacteria and fungi in the atmosphere of Helwan area, Egypt. **Science of the Total Environment**, n. 407, v. 24, p. 6217-6222, 2009.

HAMEED, A. A.; KHODER, M. I.; IBRAHIM, Y. H.; SAEED, Y.; OSMAN, M. E.; GHANEM, S. Study on some factors affecting survivability of airborne fungi. **Science of the Total Environment**, n. 414, p. 696-700, 2012.

HC – HEALTH CANADA. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**, Third Edition. Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario, 2012.

HEANEY, C. D.; EXUM, N. G.; DUFOUR, A. P.; BRENNER, K. P.; HAUGLAND, R. A.; CHERN, E.; SCHWAB, K. J.; LOVE, D. C.; SERRE, M. L.; NOBLE, R.; WADE, T. J. Water quality, weather and environmental factors associated with fecal indicator organism density in beach sand at two recreational marine beaches. **Science of the Total Environment**, n. 497, p. 440-447, 2014.

HOWELL, J. M.; MARK, S. C.; CORNELIUS, P. L. Effect of sediment particle size and temperature on fecal bacteria mortality rates and the fecal coliform/fecal streptococci ratio. **Journal of Environmental Quality**, v. 25, n.6, p. 1216-1220, 1996.

IBRAHIM, E. G. Z.; MOHAMED A. E. Airborne and Dustborne Fungi in the Atmospheric Air of El-Beida City, Libya. **International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)** n. 5, v. 2, p. 30-37, 2014.

IAR – Instituto Ambientes em Rede. **Programa Bandeira Azul do Brasil/Praias. Critérios e notas explicativas**. 64 pp., 2018. Disponível em: < <https://goo.gl/52zmYi> > Acesso em: 05/03/2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2004**. Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: < <https://goo.gl/UVykMw> >. Acesso em: 21/08/2017.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), 2008.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 219 pp., 2008. Disponível em: < <https://goo.gl/nqReyu>>. Acesso em: 16/05/2016.

_____. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, n. 7, 2010. Disponível em: < <https://goo.gl/DBFRsJ>>. Acesso em: 21/08/2017.

_____. **Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 176 p., 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/UzIrgT>>. Acesso em: 20/07/2016.

_____. **Estimativas da população residente nos municípios com data de referência em 1º de julho de 2015.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, n. 7, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/MMTMdE>>. Acesso em: 20/07/2016.

JACINTO JUNIOR, J. J. D. F.; BARBOSA, E. C. A. Avaliação da qualidade da água do rio Gramame ao longo do seu percurso no município de João Pessoa/PB. **Revista Ambiental**, n. 2, v.1, p. 97-105, 2016.

JONES, A. M.; HARRISON, R. M. The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review. **Science of the Total Environment**, n. 326, v. 1-3, p. 151-180, 2004.

KISHIMOTO, R. A.; BAKER, G. E. Pathogenic and potentially pathogenic fungi isolated from beach sands and selected soils of Oahu, Hawaii. **Mycologia**, n. 61, p. 537–548, 1969.

KIYOTANI, I. B. O desafio da qualidade paisagística e do turismo sustentável no litoral paraibano: a Praia de Jacumã, Conde/PB. **Turis Nostrum**, n.1 v.1, 2012.

KLICH, M. A. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. **Mycologia**, v. 94, n. 1, p. 21-27, 2002.

LARRONDO, J. V.; CALVO, M. A. Fungal density in the sands of the Mediterranean coast beaches. **Mycopathologia**, n. 108, v.3, p. 185-193, 1989.

LESCRECK, M. C.; PETRONI, R. G. G.; CORTEZ, F. S.; SANTOS, A. R.; COUTINHO, P. O.; PUSCEDDU, F. H. Analysis of sand quality health in Santos beach, coast of São Paulo state. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, n. 21, v. 4, p. 777-782, 2016.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* laboratory manual. **Blackwell Pub**, v. 2, n. 10, 2006.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**, N.1, p. 21-109, 2006.

LI, D. W.; KENDRICK, B. Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener-Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis. **Grana**, v. 33, n. 3, p. 166-176, 1994.

LIMA, D. M.; COSTA, M. L. M.; LIMA, V. S.; ALVES, G. S.; de LUCENA, D. R. Investigação sobre o comprometimento ambiental da balneabilidade da praia de Manaíra em João Pessoa-PB. **Revista Principia**, n. 1, v. 21, p. 75-86, 2015.

MAIER, L. M.; OLIVEIRA, V. R.; REZENDE, K. C. R.; VIEIRA, V. D. R.; CARVALHO, C. R. **Avaliação da presença de fungos e bactérias patogênicas nas areias de duas praias de baixo hidrodinamismo e alta ocupação humana no litoral do município do Rio de Janeiro (estudos cariocas)**. Rio de Janeiro: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, 2003.

MANCINI, L.; D'ANGELO, A. M.; PIERDOMINICI, E.; FERRARI, C.; ANSELMO, A.; VENTURI, L.; FAZZO, P.; FORMICCHETTI, M.; IACONELLI, B. P. **Microbiological quality of Italian beach sands**. *Microchemical Journal*, n. 79, v.1-2, p. 257-261, 2005.

MASCARENHAS, R.; BATISTA, C. P.; MOURA, I. F.; CALDAS, A. R.; DA COSTA NETO, J. M., VASCONCELOS, M. Q.; ROSA, S. S.; de BARROS, T. V. Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada**, n. 8 v. 2, 2008.

MARKS, R.; KRUCZLAK, K.; JANKOWSKA, K.; MICHALSKA, M. Bacteria and fungi in air over the Gulf of Gdańsk and Baltic sea. **Journal of Aerosol Science**, N. 32, v. 2, p. 237-250, 2001.

MATAVULJ, M. N.; VULIKIĆ, N.; GOJKOVIC, I.; KARAMAN, M. A. Conditionally pathogenic fungi in recreational waters. **Zbornik Matice srpske za prirodne nauke**, n. 109, p. 149-160, 2005.

MARTINS, L. M. de; DE ARAÚJO MEDEIROS, L. R.; ROSAS, R. D. A. R.; REIS, A. L. Q. Análise dos parâmetros de balneabilidade: um estudo de caso sobre as praias dos municípios de João Pessoa e Cabedelo/PB. **Revista InterScientia**, n.5, v. 1, p. 116-128, 2017.

MELO, R. S.; LINS, R. P. M.; ELOY, C. C. O impacto do turismo em ambientes recifais: caso praia Seixas-Penha, Paraíba, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodema**, n. 8, v.01, 2014.

MELO, R. de S.; DA SILVA, M. C. B. C.; DE LIMA, E. R. V.; NISHIDA, A. K. Estimativa da capacidade de carga recreativa dos ambientes recifais da Praia do Seixas (Paraíba-Brasil). **Turismo-Visão e Ação**, n. 8, v.3, p. 411-422, 2006.

MENDES, B.; URBANO, P.; ALVES, C.; MORAIS, J.; LAPA, N.; OLIVEIRA, J. S. Fungi as environmental microbiological indicators. **Water Science and Technology**, n. 38, p. 155–162, 1998.

MENEZES, E. A.; TRINDADE, E. C. P.; COSTA, M. M.; FREIRE, C. C. F.; CAVALCANTE, M. D. S.; CUNHA, F. A. Airborne fungi isolated from Fortaleza city, State of Ceara, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, n. 46, v. 3, p. 133-137, 2004.

MEYERSON, M.; M'BOW, A. M. **Universities and Environmental education**. UNESCO, Paris, 1986.

MICHALSKA, M.; BARTOSZEWICZ, M.; CIESZYNSKA, M.; NOWACKI, J. Bioaerosols on Tri-city (Gdańsk-Sopot-Gdynia) beaches. **International maritime health**, n. 61, v.1, p. 41-43, 2010.

MIGAHEDE, F. F. Distribution of fungi in the sandy soil of Egyptian beaches. **Mycobiology**, v. 31, n. 2, p. 61-67, 2003.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla: plano de intervenção na orla do município de João Pessoa**, 2004.

MORIAS, V. M. F. DE; DE ANDRADE, Z. P.; DE OLIVEIRA L. E.; DE CEBALLOS, B. S. O. Ocorrência de fungos, coliformes e estreptococos fecais em praias da Grande João Pessoa (Paraíba), Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, n.14 v. 1, p. 25-37, 2012.

MOROSINE, F.; DE MENEZES, M. D. F. L.; GADELHA, V. P.; FALCÃO, S. M.; DE LIMA, R. M. Qualidade das águas e fatores de poluição em praias na região da Grande João Pessoa-Paraíba-Brasil. **Associação portuguesa de recursos hídricos**. 7 Congresso da Água, 2004.

MUHSIN, T. M.; HADI, R. B. Degradation of keratin substrates by fungi isolated from sewage sludge. **Mycopathologia**, n. 154, v.4, p. 185-189, 2002.

NANDA, A; NAYAK, B. K. Studies on Environmental Biopollution by Airborne Fungi over a Sugarcane field. **International Journal of MediPharm Research**, V. 1, n.2, p. 129-133, 2015.

NHMRC – NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH CONCIL. **Guidelines for managing risks in Recreational Water**. Australian Government, 2008.

OLIVEIRA, M. T. B. D.; BRAZ, R. D. F. D. S.; RIBEIRO, M. A. G. Airborne fungi isolated from Natal, state of Rio Grande do Norte-Brazil. **Revista microbiologia**, n. 24, v.3, p. 198-202, 1993.

OLIVEIRA, L. G. D.; CAVALCANTI, M. A. D. Q.; PASSAVANTE, J. Z. D. O., FERNANDES, M. J. D. S., LIMA, D. M. D. M. Filamentous fungi isolated from Candeias Beach, Pernambuco, Brazil. **Hoehnea**, n. 38, v. 2, p. 215-220, 2011.

OMT – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO. Código ético mundial para el turismo; por um turismo responsable. **Consejería de turismo, comercio y deporte**, 24 pp., 2001.

OSÓRIO, L. D. G., XAVIER, M. O., CABANA, Â. L., MEINERZ, A. R. M., MADRID, I. M., SOARES, M., SCHRAMM, R.; LEITE, A.; SILVA-FILHO, R. P.; MEIRELES, M. C. A. **Causas de mortalidade de pingüins em centro de recuperação de animais marinhos entre janeiro de 2004 e setembro de 2006**. São Paulo: USP, 2011.

PAPADAKIS, J. A.; MAVRIDOU, A.; RICHARDSON, S. C.; LAMPIRI, M.; MARCELOU, U. Bather-related microbial and yeast populations in sand and seawater. **Water Research**, n. 31, v. 4, p. 799-804, 1997.

PEDLEY, S.; POND, K. **Emerging issues in water and infectious disease**. World Health Organization, 2003.

PEREIRA, F. de O.; DE OLIVEIRA LIMA, E.; DE FIGUEIREDO, K. R. L.; BRITO, L. L.; MEIRA, A. S. Microbiota fúngica do solo e ar atmosférico na região da Borborema, estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Administração Contemporânea**, n. 42, v. 2, p.123-126, 2010.

PEREIRA, E.; FIGUEIRA, C.; AGUIAR, N.; VASCONCELOS, R.; VASCONCELOS, S.; CALADO, G.; BRANDÃO, J.; PRADA, S. Microbiological and mycological beach sand quality in a volcanic environment: Madeira archipelago, Portugal. **Science of the Total Environment**, n. 461, p. 469-479, 2013.

PINTO, A., I. M.; CAVALCANTI, M. A. Q.; PASSAVANTE, J. Z. O. Hongos filamentosos aislados del suelo y el agua en la playa de Boa Viagem (Recife-Pe, Brasil). **Boletín Micológico**, v.7, p.39-45, 1992.

PRÜSS, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. **International journal of epidemiology**, v. 27, n. 1, p. 1-9, 1998.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R.; GORE, F.; BARTRAM, J. **Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health**. World Health Organization, 2008.

PURCHIO, A.; GAMBLE, W.; PAULA, C. R. Molds from some beaches in the Southern area of São Paulo State (Baixada Santista), Brazil. **Revista Microbiologia**, N. 19, v. 2, p. 166-71, 1988.

REES, G.; POND, K., JOHAL, K.; PEDLEY, S.; RICKARDS, A. Microbiological analysis of selected coastal bathing waters in the UK, Greece, Italy and Spain. **Water Research**, n. 32, v. 8, p. 2335-2340, 1998.

RÊGO, C. M. de; SANTOS, F. S da. Ocorrência de fungos anemófilos e sua relação com fatores abióticos em Barreiras, Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 4, 2015.

RICHARDSON, S. D. Environmental mass spectrometry: emerging contaminants and current issues. **Analytical chemistry**, v. 80, n. 12, p. 4.373-4.402, 2008.

RODRIGUES, C.; CUNHA, M. Â. Assessment of the microbiological quality of recreational waters: indicators and methods. **Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration**, n. 2, v. 1, 25 pp., 2017.

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**, n. 62, v. 7, p. 1.506-1.511, 2011.

SABINO, R.; RODRIGUES, R.; COSTA, I.; CARNEIRO, C.; CUNHA, M.; DUARTE, A.; FARIA, N.; FERREIRA, F. C.; GARGATE, M. J.; JULIO, C.; MARTINS, M. L.; NEVERS, M. B.; OLEASTRO, M.; SOLO-GABRIELE, H.; VERÍSSIMO, C.; VIEGAS, C.; WHITMAN, R. L.; BRANDÃO, J. Routine screening of harmful microorganisms in beach sands: implications to public health. **Science of the Total Environment** n. 472, p. 1.062–1.069, 2014.

SAIKUMARI, D.; SAXENA, N. Isolation and Identification of Extra-aquatic, Pathogenic Fungi from the Polluted Water of Munneru River, Telangana, India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, n. 6, v. 1, p. 71-77, 2017.

SAKSHI, M.; ALKA, M. To Study the Diversity of Fungal Species in Sewage Water of Durg District. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, n.6, v.1, 2015.

SALVO, V. S.; FABIANO, M. Mycological assessment of sediments in Ligurian beaches in the northwestern Mediterranean: pathogens and opportunistic pathogens. **Journal of Environmental Management**, n. 83, v. 3, p. 365–369, 2007.

SANCHEZ, P. S.; AGUDO, E. G.; CASTRO, F. G. D.; ALVES, M. N.; MARTINS, M. T. Evaluation of the sanitary quality of marine recreational waters and sands from beaches of the São Paulo State, Brazil. **Water science and technology**, n. 18, v. 10, p. 61-72, 1986.

SASSI, C. F. Physicochemical and bacteriological seawater quality and sustainability of Cabo Branco (Brazil) coral reef. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, n. 10, v. 2, p. 94-104, 2015.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas no Brasil: um diagnóstico. Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio. Cádiz, Espanha, **Red IBERMAR (CYTED)**, p. 291-330, 2010.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; TRUFEM, S. F.; GRANDI, R. A.; MILANEZ, A. I.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. Airborne fungi in the region of Cubatão, São Paulo state, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, n. 32, v. 1, p. 61-65, 2001.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Índice de Competitividade do turismo Nacional: 65 Destinos Indutores do Desenvolvimento Turístico Regional. **Relatório Brasil 2014**. Luiz Gustavo Medeiros Barbosa (Org.). Brasília: SEBRAE, 88 pp., 2014.

SHELTON, B.G.; KIRKLAND, K.H.; DANA FLANDERS, W.; MORRIS, G.K. Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. **Applied Environmental Microbiology**, v.68, n.4, p.1743-1753, 2002.

SHERRY, J. P. Temporal distribution of faecal pollution indicators and opportunistic pathogens at a Lake Ontario bathing beach. **Journal of Great Lakes Research**, v. 12, n. 3, p. 154-160, 1986.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H. M.; FLEMING, L.; ELMIR S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, n. 38, p. 3119–3131, 2004.

SILVA, M. L. P.; DANTAS NETO, J. D. Avaliação Preliminar da Presença de Metais Traço, nas Águas do Riacho Mussurê e o Córrego de Mumbaba–João Pessoa–PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 7, v.4, p. 668-677, 2014.

SOLO-GABRIELE, H. M.; HARWOOD, V. J.; KAY, D.; FUJIOKA, R. S.; SADOWSKY, M. J.; WHITMAN, R. L.; WHITER, A.; CANIÇA, M.; FONSECA, R. C.; DUARTE, A.; EDGE, T. A.; GARGATÉ, M. J.; GUNDE-CIMERMAN, N.; HAGEN, F.; MCLELLAN, S. L.; SILVA, A. L.; BABIC, M. N.; PRADA, S.;

RODRIGUES, R.; ROMÃO, D.; SABINO, R.; SAMSON R. A.; SEGAL, E.; STALEY, C.; TAYLOR, H. D.; VERÍSSIMO, C.; VIEGAS, C.; BARROSO, H.; BRANDÃO, J. C. Beach sand and the potential for infectious disease transmission: observations and recommendations. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, n. 96, v. 01, p. 101-120, 2016.

SOTERO-MARTINS, A. S.; DUARTE, A. N.; CARVAJAL, E.; DE MOURA SARQUIS, M. I.; FERNANDES, O. C. C. Controle da qualidade microbiológica e parasitária em áreas de recreação. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, n. 5, v.3, p. 2.059-2.078, 2014.

SOUSA, J. O. DE; DOS SANTOS, E. O.; LIRA, E. M.; SÁ, Í. C.; HIRSCH-MONTEIRO, C. Análise Parasitológica da Areia das Praias Urbanas de João Pessoa/PB. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, n. 18, v. 3, p. 195-202, 2015.

SOUSA, C. A. F. de; DE BRITO, H. C.; DE OLIVEIRA, B. M. Expansão Urbana e seus efeitos na qualidade da água e marisco: estudo de caso em área de manguezal em Barra de Gramame, João Pessoa, PB. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, n. 13, v.1, 2017.

SOUZA, J. L. D.; SILVA, I. R. Environmental quality of the beaches of the island of Itaparica, Todos os Santos Bay, Bahia. **Sociedade & Natureza**, n. 27, v.3, p. 469-483, 2015.

STEVENS, J. L.; EVANS, G. E.; AGUIRRE, K. M. Human beach use affects abundance and identity of fungi present in sand. **Journal of Coastal Research**, n. 28, v.4, 787-792, 2012.

STEWART, J. R.; GAST, R. J.; FUJIOKA, R. S.; SOLO-GABRIELE, H. M.; MESCHKE, J. S.; AMARAL-ZETTLER, L. A. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environmental Health**, n. 7, v. 2, p. S3, 2008.

TAMIE, M. S. S. A. Sodium Chloride Stress Induced Morphological Changes in Some Halotolerant Fungi. **Egyptian Journal of Hospital Medicine**, v. 62, 2016.

TAN, T. K.; LIM, G. Effects of water pollution of submerged organic debris. **Mycopathologia**, v. 82, p. 121-124, 1983.

TOLEDO-HERNANDEZ, C.; ZULUAGA-MONTERO, A.; BONES-GONZALEZ, A.; RODRIGUEZ, J. A.; SABAT, A. M.; BAYMAN, P. Fungi in healthy and diseased sea fans (*Gorgonia ventalina*): is *Aspergillus sydowii* always the pathogen?. **Coral Reefs**, n. 27, v. 3, p. 707-714, 2008.

TSUI, K. M.; FRYAR, S. C.; HODGKISS, I. J.; HYDE, K. D.; POONYTH, A. D., TAYLOR, J. E. The effect of human disturbance on fungal diversity in the tropics. **Fungal Diversity**, v. 1, p. 19-26, 1998.

ULFIG, K.; GUARRO, J.; CANO, J.; GENE, J.; VIDAL, P.; FIGUERAS, M. J. General assessment of the occurrence of keratinolytic fungi in river and marine beach sediments of Catalanian waters (Spain). **Water, air, and soil pollution**, n. 94, v.3-4, p. 275-287, 1997.

ULFIG, K. The occurrence of keratinolytic fungi in waste and waste-contaminated habitats. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 17, p. 44-50, 2000.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities (GPA). **The state of the marine environment: Trends and processes**. UNEP/GPA, Den Haag, p. 52, 2006.

US EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Recreational water criteria**. Washington, DC: US Environmental Protection Agency Office of Water. 820-F-12-058, Washington, 2012.

VELLEND, M. **Conceptual synthesis in community ecology**. Quarterly Review of Biology n. 85, v. 2, p. 183-206, 2010.

VEZZULLI, L.; ZOTTI, M.; MARIN, V.; MORENO, M.; PEZZATI, E.; FABIANO, M. Swash zone interstitial water is a reservoir of fungal micro-organisms on a Mediterranean beach (Genoa City, Italy). **Marine Biodiversity Records**, n. 2, 2009.

VIEGAS, C.; FARIA, T.; CAETANO, L. A.; CAROLINO, E.; GOMES, A. Q.; VIEGAS, S. *Aspergillus* spp. prevalence in different Portuguese occupational environments: What is the real scenario in high load settings?. **Journal of occupational and environmental hygiene**, n. 14, v. 10, p. 771-785, 2017.

VIEIRA, R. H. S. D. F.; RODRIGUES, D. D. P.; MENEZES, E. A., EVANGELISTA, N. S. D. S.; DOS REIS, E. M.; BARRETO, L. M., GONÇALVES, F. A. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, n. 32, v.2, p. 77-80, 2001.

VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. A.; LIERMANN, C. R.; DAVIES, P. M. **Global threats to human water security and river biodiversity**. Nature, V. 467, N. 7315, P. 555-561, 2010.

WADE, T. J.; PAI, N.; EISENBERG, J. N.; COLFORD Jr., J. M. Do US **Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? A systematic review and meta-analysis**. Environmental Health Perspectives, v. 111, n. 8, p. 1102, 2003.

WANG, J. D.; SOLO-GABRIELE, H. M.; ABDELZAHER, A. M.; FLEMING, L. E. Estimation of enterococci input from bathers and animals on a recreational beach using camera images. **Marine Pollution Bulletin**, n. 60, v. 8, p. 1270-1278, 2010.

WEISSMAN, L.; FRAIBERG, M.; SHINE, L.; GARTY, J.; HOCHMAN, A. Responses of antioxidants in the lichen *Ramalina lacera* may serve as an early-warning bioindicator system for the detection of air pollution stress. **FEMS microbiology ecology**, v. 58, n. 1, p. 41-53, 2006.

WHITMAN, R.; HARWOOD, V. J.; EDGE, T. A.; NEVERS, M.; BYAPPANAHALLI, M.; VIJAYAVEL, K.; BRANDÃO, J.; SADOWSKY, M. J.; ALM, E. W.; CROWE, A.; FERGUSON, D.; ZHONGFU, G.; HALLIDAY, E.; KINZELMAN, G.; KLEINHEINZ, G.; PRZYBYLA-KELLY, K.; STALEY, C.; STALEY, Z.; SOLO-GABRIELE H. M. Microbes in beach sands: integrating environment, ecology and public health. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, n. 13, p. 329–368, 2014.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Bathing water quality and human health: faecal pollution. Outcome of an expert consultation. **World Health Organization**, Farnham, 2001.

_____. **Guidelines for safe recreational water environments: coastal and fresh waters.** World Health Organization, v. 1, 2003.

_____. Addendum to the WHO **Guidelines for safe recreational water environments**, Volume 1, Coastal and fresh waters. WHO/ HSE/WSH/10.04. Geneva: World Health Organization, 2009.

_____. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2017 report. **Financing universal water, sanitation and hygiene under the sustainable development goals.** Geneva: World Health Organization; 96 p., 2017.

XAVIER, M. O.; MADRID, I. M.; CLEFF, M. B.; CABANA, Â. L.; SILVA FILHO, R. P. D.; MEIRELES, M. C. A. Contaminação do ar por *Aspergillus* em ambiente de reabilitação de animais marinhos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 174-179, 2008.

WRIGHT, M.; ABDELZAHER, A.; SOLO-GABRIELE, H.; ELMIR, S.; FLEMING, L. **The inter-tidal zone is the pathway of input of enterococci to a subtropical recreational marine beach.** Water Science and Technology n. 63, p. 542–549, 2011.

YEE, T. L.; TAJUDDIN, R.; NOR, N. M. I. M.; MOHD, M. H.; ZAKARIA, L. Filamentous ascomycete and basidiomycete fungi from beach sand. **Rendiconti Lincei**, n. 27, v.4, p. 603-607, 2016.

YÜKSEK, A.; OKUS, E.; YILMAZ, İ. N.; ASLAN-YILMAZ, A.; TAS, S. Changes in biodiversity of the extremely polluted Golden Horn Estuary following the improvements in water quality. **Marine Pollution Bulletin**, n. 52, v. 10, p. 1209-1218, 2006.

ZHENG, Z.; XIE, X.; OUYANG, Y.; WANG, C.; ZENG, H.; CHEN, Y.; CHEN, T. Study on the Relativity between Airborne Microbes and Environmental Factors in Pearl River Delta'Urban Agglomeration, Guangdong. **Journal of Sustainable Development**, n. 2, v. 2, p. 106, 2009.

ANEXO A

FICHA DE CAMPO

Ponto de coleta: _____ Dia: ____/____/____ Hora: ____:____
Código das placas: _____

1) Parâmetros oceanográficos

Maré: _____ Vento (0-12 escala Beaufort): _____
Céu (quadrante): _____ Última chuva: _____
Temp. amb.: _____ Temp. água: _____ Salinidade: _____ pH: _____
Coloração da água: _____

2) Indicadores de degradação na orla

Resíduos sólidos inorgânicos: _____ Orgânicos: _____
Animais domésticos/silvestres: _____ Transeuntes: _____
Construções comerciais: _____ Residências: _____
Outras observações: _____

3) Indicadores de degradação na água

Emissários esgoto: _____ Materiais flutuantes: _____
Óleos e graxos: _____ Substâncias produtoras de odor/turbidez: _____
_____ Embarcações turismo/pesca: _____
Outras observações: _____

4) Indicadores biológicos

Coliformes totais: _____ Termotolerantes: _____
Balneabilidade: _____
Fungos: _____ Morfotipos: _____

Outras observações _____

