



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**JADE OLIVEIRA ABREU**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AR INTERNO EM  
DIFERENTES AMBIENTES EM UM INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA.**

**FORTALEZA**

**2016**

JADE OLIVEIRA ABREU

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AR INTERNO EM  
DIFERENTES AMBIENTES EM UM INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA.

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Oscarina Viana de Sousa.

Co-orientadora: Dr.<sup>a</sup> Fatima Cristiane Teles de Carvalho.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Rui Simões de Menezes

---

A145a Abreu, Jade Oliveira.

Avaliação da qualidade microbiológica do ar interno em diferentes ambientes em um instituto de ensino e pesquisa / Jade Oliveira Abreu – 2016.  
64 p. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso Bacharelado em Ciências Ambientais, 2016.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Oscarina Viana de Sousa.

Co-Orientação: Dr<sup>a</sup>. Fátima Cristiane Teles de Carvalho.

1. Aerossóis. 2. Poluição do Ar. 3. Bactérias. 4. Fungos. I. Título.

---

CDD 541.345 15

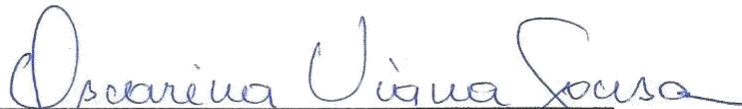
JADE OLIVEIRA ABREU

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AR INTERNO EM  
DIFERENTES AMBIENTES EM UM INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA.

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovada em: 16 / 02 / 2016.

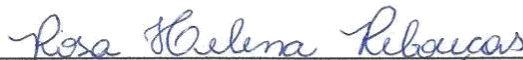
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Oscarina Viana de Sousa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Kamila Vieira Mendonça  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Msc. Rosa Helena Rebouças  
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

A Deus.

Aos meus pais e meus irmãos, que me apoiaram e incentivaram a cada passo dessa jornada, tornando este sonho possível.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser quem eu sou, pelo conhecimento que me permitistes adquirir, pelas pessoas maravilhosas que pôs em meu caminho e por sempre acompanhar meus passos.

Aos meus pais, Paulo e Marinete, que me ensinaram seus valores e princípios e, com amor, ajudaram-me a construir meu caráter. Vocês são os responsáveis pelo o adulto que me tornei e até onde consegui chegar. Essa conquista não é só minha, é de vocês.

Aos meus irmãos, Alyne, Eugênia e Júnior, que apesar de serem um tanto “céticos” quanto a carreira de cientista, sempre apoiaram minha escolha e de uma forma ou outra fizeram de tudo para que isso desse certo.

Ao Felipe, um companheiro e tanto, que aprendeu a lidar com meus altos e baixos e, que durante esses anos esteve presente em todos os momentos, tristes, felizes e aperreados. Suportou minhas agonias e a madrugada de idas e voltas das plantas, sempre com muita paciência e dedicação. Por dizer que não deu trabalho, quando eu sei que deu e por me compreender “até nos desenhos mais malucos”. Obrigada meu bem, eu amo você!

À Tamiris Alves, amiga e parceira de todos os momentos, ajudou a superar momentos difíceis (notas baixas, aulas monótonas, problemas pessoais) e tornou outros tantos felizes.

Ao Murilo Costa, que com muita paciência e atenção sempre nos recebeu de braços abertos e ouvidos atentos em sua biblioteca.

À Eunice, por sua dedicação aos alunos, sempre prestativa e disposta a resolver nossos problemas.

À toda equipe LAMAP, pois creio que todo integrante do laboratório tenha ajudado de alguma maneira na realização desse trabalho.

Ao Victor Conde, que tanta paciência teve comigo e me ensinou muito sobre fungos.

Ao Ítalo, que muito me ajudou e foi meu braço direito no início da pesquisa.

À Hêmilly Praxedes, minha irmãzinha mais nova de laboratório, que nesses últimos dias de sufoco se tornou uma grande companheira.

Ao Daniel Rodrigues, meu irmão mais velho de laboratório e também um companheiro, por me ensinar parte do que sei hoje, como um verdadeiro irmão você fez com que eu pegasse “marra” na rotina de um laboratório (rsrs). Obrigada!

À Cristiane Teles, minha mãe de laboratório, que me acolheu e me ensinou o máximo que pode, aprendeu a lidar comigo, passou a compreender até o que eu não dizia, aprendeu coisas novas para me ensinar, me acudiu nos meus momentos de desastres e enxugou minhas lágrimas. Você é uma mãezona, Crisinha!

À Rosa Helena, Marina Rodriguez e Gleire Menezes, que tiraram minhas dúvidas e me ensinaram o que puderam.

À Prof<sup>a</sup>. Oscarina, por me aceitar em seu grupo, por sua dedicação como professora e orientadora, por me mostrar e ensinar sobre esse mundo que é a microbiologia, por me dar esse trabalho pelo qual me apaixonei, por acreditar e investir em mim e por me acolher e me fazer parte da família. Uma grande mestra e uma pessoa melhor ainda. Você não é madrasta, você é uma verdadeira mãe!

À Prof<sup>a</sup>. Regine, por me permitir fazer parte da família LAMAP e acolher todos nós como seus filhos e netos.

Aos professores do LABOMAR, que contribuíram para a minha formação, Danielle Garcez, Kamila Mendonça, Sandra Santaella, Geraldo Ferreira, Rivelino Cavalcante, Luiz Drude, Caroline Feitosa, Eduardo Sávio, Geovana Cartaxo, Marcus Vinicius, Marcelo Soares e Oscarina Viana. E a todos os professores que passaram por minha vida e me ajudaram a trilhar a estrada do conhecimento.

À FUNCAP pelo apoio e concessão da bolsa de pesquisa.

Aos responsáveis e integrantes dos locais onde foram realizadas as coletas, por permitirem o experimento e por sua receptividade.

A todos que se disponibilizaram a responder os questionários e, ao “BIS” que foi um grande incentivo pra que mais pessoas se disponibilizassem (rsrs).

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, deixo meu muito obrigada!

“Uma mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original.”

(Albert Einstein)



## RESUMO

A Qualidade do Ar Interior (QAI) é definida pelas características químicas, físicas ou biológicas do ar de ambientes internos e os efeitos à saúde e o conforto dos ocupantes que suas alterações possam causar. Utilizando o parâmetro microbiológico, este trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade do ar interno de um instituto de ensino e pesquisa. O Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da Universidade Federal do Ceará (UFC), foi escolhido devido à variedade de atividades realizadas em suas dependências. Para a realização da coleta dos bioaerossóis foi utilizada a técnica de sedimentação em placa. Placas de petri contendo meios de cultura específicos para crescimento de bactérias e fungos, PCA e ADB respectivamente, foram expostas durante trinta minutos nos ambientes interno e imediatamente externo de nove pontos no interior do prédio e no estacionamento. Foram realizadas coletas nos períodos Operacional e de Repouso, o que equivale aos períodos letivo e de férias do instituto. Foram realizadas contagens, isolamento e posteriormente, identificação, de bactérias e fungos. O prédio do LABOMAR e todos os pontos coletados apresentaram valores de contagens fúngicas inferiores a 750 UFC/m<sup>3</sup>, valor máximo recomendado pela legislação, mas a sala da Secretaria da graduação apresentou valor de I/E igual a 1,61, superior ao máximo estabelecido na RE 09 da ANVISA (1,5). As contagens bacterianas e fúngicas sempre foram superiores no período Operacional, como também a diversidade dos microrganismos. Das estirpes bacterianas identificadas, mais de 90% eram Gram positivas. As principais linhagens bacterianas identificadas pertencem a microbiota normal humana e são possíveis patógenos oportunistas. Uma estirpe do gênero *Legionella* foi encontrada na sala da Secretaria da Graduação. Na identificação de fungos, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Chrysosporium* foram os gêneros com maior frequência de isolamento, 73,1%, 7,4% e 7,4%, respectivamente. Ao questionar os ocupantes sobre sua percepção quanto a seu conforto no prédio, 73% dos entrevistados relataram sofrer com algum sintoma ao permanecerem nas dependências do instituto. Baseado nos valores estabelecidos por lei para indicar a qualidade do ar interior, o instituto encontra-se dentro dos padrões entretanto, verifica-se uma influência sobre a saúde e bem estar dos usuários dessa instituição.

**Palavras-chave:** QAI. Síndrome do Edifício Doente. Bioaerossóis. Anemófilos

## ABSTRACT

The Indoor Air Quality (IAQ) is defined by chemical, physical or biological characteristics of the air indoors and the effects on the health and comfort of their occupants. Thus, the aim of this study was to evaluate the indoor air quality of the Marine Sciences Institute (LABOMAR), Federal University of Ceará (UFC), from microbiological parameter. In order to achieve this goal, bioaerosols collections were obtained by settling plate technique, using Plate Count Agar (PCA) for bacteria and Potato Dextrose Agar (PDA) for fungi. Medium plates were exposed for thirty minutes in internal and external sites of nine points inside the Institute and the parking during of Operational (school period) and Rest (school vacation) periods. Counts, isolation, bacterial and fungal identification were made. All collection sites showed values of fungal counts below 750 CFU/m<sup>3</sup>, which is the maximum recommended by the Brazilian legislation, but the Graduation Administrative Office showed I/E value equal to 1.61, higher than the maximum established in the Resolution 9/2003 by ANVISA. Bacterial and fungal counts and microorganisms diversity were higher in the Operational period. Among bacterial strains identified, more than 90% were Gram-positive. The major strains identified were belong to human normal microbiota and they are possible opportunistic pathogens. One strain of *Legionella* was found in the Graduation Administrative Office. *Aspergillus*, *Penicillium* and *Chrysosporium* were the fungi genera most frequently isolated, accounting for 73.1%, 7.4% and 7.4% of the isolates, respectively. After questioning the occupants on their perception as to your comfort in the Institute, 73% of respondents reported suffering from any symptoms to remain on the premises of the Institute. Based on the values established by law to indicate the IAQ, the Institute is within the standards, however, there is an influence on the health and welfare of users of the Institute.

**Keywords:** IAQ. Sick Building Syndrome. Bioaerosols. Anemophilous.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta baixa do Segundo Subsolo com a localização do Depósito .....	26
Figura 2 – Planta baixa do Primeiro Subsolo com a localização do Laboratório de Microbiologia .....	26
Figura 3 – Planta baixa do Térreo com as localizações do Estacionamento, da Sala de Aula 1, do Centro Acadêmico de Ciências Ambientais e do Gabinete dos Professores (LOF) .....	27
Figura 4 – Planta baixa do Primeiro Pavimento com as localizações da Biblioteca, da Diretoria do Instituto, da Secretaria da Graduação e do Laboratório de Histopatologia .....	27
Figura 5 – Fluxograma da metodologia aplicada para coleta, contagem e isolamento de bioaerossóis .....	30
Figura 6 – Fluxograma que representa a técnica de Coloração de Gram .....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Média das contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e ambiente, interno e externo.....	34
Gráfico 2	– Contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional do prédio e o Valor Máximo Permitido na Legislação (750 UFC/m <sup>3</sup> ) .....	35
Gráfico 3	– Contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso do prédio e Valor Máximo Permitido na Legislação (750 UFC/m <sup>3</sup> ) .....	35
Gráfico 4	– Valores da relação Interno/Externo de bactérias e fungos por ponto de coleta e Valor Máximo Permitido na Legislação (1,5) .....	36
Gráfico 5	– Valores da relação Interno/Externo de bactérias e fungos por ponto de coleta nos períodos Operacional e Repouso do prédio e Valor Máximo Permitido na Legislação (1,5) .....	37
Gráfico 6	– Percentual de linhagens bacterianas identificadas no ar interno do prédio do LABOMAR.....	38
Gráfico 7	– Abundância relativa de grupos bacterianos por ponto de coleta.....	39
Gráfico 8	– Gráfico com Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente do prédio, interno e externo.....	40
Gráfico 9	– Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional.....	41
Gráfico 10	– Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso.....	42
Gráfico 11	– Percentual de linhagens fúngicas identificadas no ar interno do prédio do LABOMAR.....	44
Gráfico 12	– Abundância relativa de grupos fúngicos por ponto de coleta.....	45
Gráfico 13	– Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente do prédio, interno e externo.....	46

Gráfico 14 – Abundância relativa de fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional.....	47
Gráfico 15 – Abundância relativa de fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso.....	48
Gráfico 16 – Porcentagem dos usuários/ocupantes que apresentaram sintomas.....	50
Gráfico 17 – Porcentagem de pessoas que relataram sentir algum (s) do (s) sintoma (s) perguntados.....	50
Gráfico 18 – Porcentagem de notas de 1 a 5, sendo 1 muito ruim e 5 muito bom, atribuídas às condições do LABOMAR.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões referenciais para qualidade do ar interior estabelecidos pela legislação nacional.....	22
Tabela 2 – Periodicidade de limpeza dos componentes do sistema de climatização.....	23
Tabela 3 – Identificação dos pontos de coleta.....	25
Tabela 4 – Valores das contagens bacterianas e fúngicas por ambiente e ponto de coleta e, a relação entre ambiente interno e ambiente externo.....	33
Tabela 5 – Quantitativo de pessoas por atividade exercida no LABOMAR.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADB	Ágar Dextrose Batata
B	Biblioteca
C	Celsius
CA	Centro Acadêmico de Ciências Ambientais
CDC	Laboratório de Histopatologia (CEDECAM)
CEDECAM	Centro de Diagnóstico para Enfermidades de Organismos Aquáticos
DP	Depósito
DR	Diretoria do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)
E	Estacionamento
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar (UFC)
LAMAP	Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado
LOF	Laboratório de Oceanografia Física
MC	Laboratório de Microbiologia
MVC	Método de Valoração Contingente
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
NR	Norma Regulamentadora
PCA	Ágar de Contagem em Placa
QAI	Qualidade do Ar Interno
S	Secretaria do Curso de Ciências Ambientais
SL	Sala de Aula 1
UFC	Universidade Federal do Ceará
VNC	Viáveis mas Não Cultiváveis

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Micrograma por metro cúbico
%	Porcentagem
BTU/H	British Thermal Unit (Unidade Térmica Britânica) por hora
kcal	Quilocaloria
m/s	Metro por segundo
$\text{m}^3/\text{hora}/\text{pessoa}$	Metro cúbico por hora por pessoa
ppm	Parte por milhão
TR	Tonelada de Refrigeração
UFC/ $\text{m}^3$	Unidades Formadoras de Colônia por metro cúbico



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
2.1	Objetivos Específicos .....	18
3	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
3.1	Qualidade do Ar Interior (QAI) e Síndrome do Edifício Doente (SED) .....	19
3.2	Bioaerossóis .....	20
3.3	QAI x Saúde .....	21
3.4	QAI x Legislação .....	22
3.5	Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) .....	24
4	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1	Local de Coleta .....	25
4.2	Períodos de Coleta .....	28
4.3	Meios de Cultura .....	28
4.4	Procedimento de Coleta .....	28
4.5	Processamento das Amostras .....	28
4.6	Contagem e expressão dos resultados .....	29
4.7	Isolamento .....	29
4.8	Identificação das Estirpes Bacterianas .....	31
4.8.1	<i>Características Morfotintoriais</i> .....	31
4.8.2	<i>Características Bioquímicas</i> .....	31
4.9	Identificação das Estirpes Fúngicas .....	32
4.10	Avaliação da Percepção dos Usuários/Ocupantes .....	32
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1	Contagens das Colônias Bacterianas e Fúngicas .....	33
5.1.1	<i>Relação ambiente Interno/Externo</i> .....	36
5.2	Identificação das Estirpes Bacterianas .....	38
5.3	Identificação das Estirpes Fúngicas .....	43
5.4	Percepção dos Usuários/Ocupantes .....	49
5.4.1	<i>Disposição a Pagar (DAP)</i> .....	52
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	53
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55
	<b>APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS</b> .....	60
	<b>APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS Pontos de Coleta</b> .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

A Qualidade do Ar Interior (QAI) está diretamente ligada a qualidade de vida dos ocupantes de edifícios, considerando que afeta as condições de conforto e bem-estar dos mesmos (CARMO; PRADO, 1999).

Alguns dos fatores que afetam a QAI são as características do edifício, tais como: ventilação, climatização, umidade, ruídos e luminosidade. As más condições dessas características são as principais causas das queixas dos ocupantes desses ambientes internos (CARMO; PRADO, 1999).

A principal preocupação na construção de um edifício era proporcionar um ambiente com condições apropriadas para o desenvolvimento da atividade a que foi proposto. Ao longo do tempo foi se percebendo a necessidade de atributos que proporcionassem conforto para os usuários e aumentasse seu rendimento, tais como: impermeabilidade do prédio, proteção contra chuvas e ventos, segurança, redução de ruídos, ventilação e climatização (CARMO; PRADO, 1999).

Edifícios foram tornando-se mais automatizados, com sistemas de ventilação e ar condicionado para manter sob controle temperatura e umidade e proporcionar conforto aos usuários, mas com a deflagração da crise do petróleo na década de 1970 que culminou numa crise energética mundial, foi necessária a redução dos gastos energéticos com sistemas forçados de ventilação e de climatização, resultando em edifícios ainda mais vedados com baixas taxas de trocas de ar (CARMO; PRADO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011).

Edificações fechadas e com poucas trocas de ar ocasionam a recirculação de um mesmo ar entre seus ambientes internos, isso torna esses ambientes favoráveis à concentração de poluentes atmosféricos (químicos, físicos e biológicos), que podem ser provenientes da entrada do ar externo ou de fontes internas, como: materiais de construção a base de solventes orgânicos, material da deterioração de filtros de aparelhos de ar condicionado, equipamentos de escritório e os próprios usuários (EKBERG e NIELSEN, 1995; CARMO; PRADO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2015).

Essa concentração de poluentes no ar e seu efeito sobre a sensação de conforto e bem-estar dos usuários é o indicador da qualidade do ar interior de ambientes artificialmente climatizados (EKBERG e NIELSEN, 1995).

Uma má qualidade do ar interno causada pela concentração de poluentes (químicos, físicos e/ou biológicos) pode afetar a saúde humana. Queixas, por parte dos ocupantes de prédios, de sintomas sem causa específica aparente e desaparecimento dos

mesmos quando os ocupantes se retiram do prédio, é a situação conhecida como Síndrome do Edifício Doente (WHO, 1989; MATOS; BRANTES; CUNHA, 2010).

Alguns sintomas frequentemente relatados por usuários/ocupantes de prédios estão relacionados a presença de bioaerossóis (bactérias e fungos) no ar interno, alguns exemplos são: tosse, secura na boca, nariz e garganta, irritações na pele, dores de cabeça, cansaço e vertigens (BOECHAT; RIOS, 2011).

Dentre os poluentes do ar interno de prédios, os bioaerossóis (bactérias, fungos e vírus) fazem parte dos poluentes biológicos, seus efeitos sobre a saúde humana podem variar desde alergias leves (respiratórias, cutânea ou subcutânea) a transmissão de doenças infecciosas como legionelose (SCHIRMER *et al.*, 2011). Os principais contaminantes biológicos do ar interno são bactérias e fungos, já que vírus não sobrevivem por muito tempo fora do organismo do hospedeiro (CARMO; PRADO, 1999).

Contaminação biológica devido ao crescimento microbiano excessivo em ambientes internos ocorre mais frequentemente em edifícios com idade de construção acima de oito anos, pois em edifícios de construção mais recente a contaminação biológica é, geralmente, proveniente da falta de tratamento do ar durante a construção (SPAUL, 1994).

Levando em consideração que, devido a rotina da sociedade atual, as pessoas passam cerca de 80 a 90% de seu tempo em ambientes fechados, faz-se necessário estabelecer padrões de qualidade do ar para ambientes internos (JONES, 1999; SANGUESSUGA, 2012).

Tendo em vista a saúde e bem-estar desses ocupantes de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, a legislação brasileira estabelece padrões referenciais para poluentes do ar interno, definindo para bioaerossóis, 750 UFC/m<sup>3</sup> como Valor Máximo Recomendado (VMR) para quantificação de fungos e, 1,5 para relação ambiente interno/ambiente externo dessas quantificações para verificar a amplificação do poluente em ambientes fechados (BRASIL, 2003).

Dada a relevância do tema, é necessário o desenvolvimento de estudos de contexto multidisciplinar, que abranjam a questão microbiológica e analisem a percepção e a interação dos ocupantes quanto as características dos ambientes internos e sua relação a QAI.

A escolha prédio do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da Universidade Federal do Ceará (UFC) para a realização da pesquisa, foi devido à idade do prédio e à variedade de atividades exercidas em suas dependências.

Estima-se que usuários/ocupantes do LABOMAR permaneçam, em média, 7,5 horas no interior no prédio.

## **2 OBJETIVOS**

Avaliar a qualidade microbiológica do ar interno de uma Instituição Federal de Ensino Superior e de Pesquisa.

### **2.1 Objetivos Específicos**

1. Quantificar bactérias presentes no ar em ambientes climatizados de uso comum no prédio do Instituto de Ciências do Mar;
2. Quantificar fungos presentes no ar em ambientes climatizados de uso comum no prédio do Instituto de Ciências do Mar;
3. Isolar e identificar estirpes bacterianas presentes no ar das áreas estudadas;
4. Isolar e identificar estirpes fúngicas presentes no ar das áreas estudadas;
5. Aplicar formulários entre usuários/ocupantes para determinar os principais sintomas que possam estar relacionados a qualidade do ar.
6. Mensurar a Disposição a Pagar (DAP) para melhorar a qualidade do ar interno do LABOMAR.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Qualidade do Ar Interior (QAI) e Síndrome do Edifício Doente (SED)

Qualidade do ar interior é definida pelas características química, física e biológica do ar de ambientes de uso público e coletivo, não-residenciais e não-industriais, e por suas alterações que possam afetar a saúde e o conforto dos ocupantes (MATOS; BRANTES; CUNHA, 2010).

A Síndrome do Edifício Doente é definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como “Uma situação na qual os ocupantes ou usuários de um prédio específico apresentam sintomas sem origem determinada e sem a possibilidade de constatação de uma determinada etiologia, sendo, portanto, desconhecida.”. Para que seja considerada uma situação de SED, é necessário que ao menos 20% dos ocupantes do prédio apresentem algum sintoma (WHO, 1989).

A qualidade do ar interior passou a ser motivo de preocupação quando foi observado que a baixa taxa de renovação do ar interno e conseqüente concentração de poluentes afetava diretamente a saúde humana (SOLÁ, 1998).

O que diferencia a qualidade do ar interior da qualidade do ar atmosférico é o controle que se pode manter sob as condições do ar interior, fatores como temperatura e umidade devem ser controlados para evitar que suas alterações tornem o ambiente interno propício à concentração de poluentes (CARMO; PRADO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011).

Segundo dados da OMS, no ano de 2012, 7 milhões de pessoas no mundo morreram devido a poluição atmosférica, dessas, 4,7 milhões morreram devido a poluição do ar interior, que foi responsável por: ataques de coração (34%), doença isquêmica do coração (26%), doenças respiratórias obstrutivas crônicas (22%) e infecções respiratórias graves em crianças (12%) (WHO, 2015).

Os principais poluentes do ar interno são: temperatura e umidade, monóxido e dióxido de carbono, óxido e dióxido de enxofre, amônia, formaldeído, compostos orgânicos voláteis, material particulado e bioaerossóis (CARMO; PRADO, 1999; JONES, 1999).

Provenientes de diversas fontes, como: aparelhos de ar refrigerado fora do prazo de manutenção, material de construção, equipamentos de escritório, mobília, carpetes e cortinas, o ar externo e a própria atividade humana, esses poluentes podem ocasionar efeitos adversos à saúde dos ocupantes de prédios (JONES, 1999; MATOS; BRANTES; CUNHA, 2010; ARBEX *et al.*, 2012).

A exposição prolongada a elevadas concentrações desses poluentes pode ser a causa de alguns dos sintomas frequentemente relatados por parte dos ocupantes, tais como: obstrução nasal, tosse, dores de cabeça, náusea, cansaço, letargia, espirros, irritações na pele, secura na boca, nariz e garganta (CARMO; PRADO, 1999; MATOS; BRANTES; CUNHA, 2010; ARBEX *et al.*, 2012).

### 3.2 Bioaerossóis

Bioaerossol é o conjunto de partículas de origem biológica transportados pelo ar, é composto principalmente por bactérias, fungos e vírus. Como a característica de sobrevivência dos vírus é a dependência de um hospedeiro, seu período de permanência no ar é curto, o que os torna menos representativos para estudos de qualidade do ar interno (CARMO; PRADO, 1999; NEVALAINEN; MORAWASKA, 2009; BOECHAT; RIOS, 2011; SCHIRMER *et al.*, 2011).

Esses microrganismos (bactérias e fungos) que têm sua dispersão por vias aéreas são conhecidos como anemófilos, seu crescimento e proliferação no ar interior são favorecidos em ambientes com alta umidade relativa do ar (acima de 60%), ventilação inadequada (baixa taxa de renovação do ar) e reservatórios com água (exemplo: bandeja do aparelho de ar condicionado) (MATOS; BRANTES; CUNHA, 2010; SCHIRMER, 2011; SOUZA; ANDRADE; LIMA, 2013).

Apesar de muitos desses microrganismos serem provenientes de uma fonte externa, ao encontrarem locais com condições favoráveis ao seu desenvolvimento no ambiente interior, criarão uma fonte interna de esporos, metabólitos e outros poluentes para o ar interior (NEVALAINEN; MORAWASKA, 2009).

No grupo das bactérias, as Gram-Positivas são mais aptas a sobreviver na matriz aérea, devido a composição da sua parede celular, que lhes proporciona maior resistência em ambientes adversos. *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* e *Actinomyces*, são os gêneros mais frequentemente encontrados, mas isso não impede que bactérias Gram-Negativas como *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter* e *Klebsiella* também estejam dispersas nessa matriz (TANG, 2009).

Em ambientes internos há uma grande preocupação quanto a um gênero bacteriano em especial, a *Legionella*. Bactéria produtora de biofilme, tem preferência por ambientes com água como bandejas de aparelhos condicionadores de ar, e pode causar a

legionelose que é um tipo de doença semelhante à pneumonia, mas de difícil detecção (BARTRAM *et al.*, 2007).

Quanto aos fungos, os gêneros mais frequentemente relatados e com a maior diversidade encontrada no ar de ambientes internos são *Penicillium* e *Aspergillus* (NEVALAINEN; MORAWASKA, 2009).

Esses bioaerossóis, ou as toxinas produzidas e liberada por eles, são responsáveis por causar em ocupantes de prédios sintomas de alergias como espirros, irritação nos olhos, tosse, deficiência respiratória e letargia, sendo também responsáveis por causar irritações na pele, dores de cabeça e musculares e náuseas (CARMO; PRADO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011; ARBEX *et al.*, 2012).

### 3.3 QAI x Saúde

Para sobreviver, o ser humano necessita de um fornecimento regular de água e comida, no entanto, necessita essencialmente de um suprimento contínuo de ar. Um ser humano adulto consome cerca de 10 a 20 m<sup>3</sup> de ar por dia, por isso é essencial que as pessoas tenham acesso a um ar de boa qualidade (WHO, 2010).

A maioria dos sintomas relatados por ocupantes de ambientes interiores são associados a agentes biológicos, embora não se tenha conhecimento sobre a causa exata desses sintomas ou do agente causador específico. No entanto, dentre esses agentes biológicos, existem aqueles conhecidamente prejudiciais à saúde humana que necessitam de controle especial (NEVALAINEN; MORAWASKA, 2009).

Em ambientes que requerem cuidados especiais, como hospitais, a questão da QAI está diretamente ligada à saúde e bem-estar dos ocupantes visto que estes representam um grupo de risco, pois é composto de pessoas imunologicamente comprometidas. A má qualidade do ar interior nesses ambientes interfere na velocidade de recuperação dos pacientes e pode aumentar a ocorrência de casos de infecções hospitalares (MOTA *et al.*, 2014).

Infecções hospitalares ou nosocomiais são adquiridas em ambientes hospitalares durante a internação do paciente. Os principais agentes causadores dessas infecções são microrganismos oportunistas, bactérias e fungos geralmente pertencentes a microbiota normal humana, mas que devido ao comprometimento do sistema imunológico do paciente passam a ser patogênicos (BRASIL, 2004b).

Além da questão de se respirar um ar interior de má qualidade, há o problema com a sedimentação desses microrganismos dispersos no ar, podendo contaminar superfícies, e em

ambientes hospitalares, instrumentos e feridas (PASQUARELLA; PITZURRA; SAVINO 2000; NAPOLI; MARCOTRIGIANO; MONTAGNA 2012).

### 3.4 QAI x Legislação

Segundo a Constituição Federal, em seu Art. 225, “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1988). E de acordo com a Norma Regulamentadora NR 9, “consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.” (BRASIL, 1994).

Visando a melhoria da qualidade de vida de usuários/ocupantes de prédios com sistemas artificiais de climatização, a legislação estabeleceu padrões de qualidade para o ar interior, como: valores máximos para contaminantes, controle de parâmetros físicos, manutenção de sistemas de ventilação e ar condicionado e tratamentos de ar.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio de Resolução 09 de janeiro de 2003, estabeleceu padrões referenciais para qualidade do ar interior de ambientes artificialmente climatizados de uso público e coletivo (Tabela 1) (BRASIL, 2003).

Tabela 1 – Padrões referenciais para qualidade do ar interior estabelecidos pela legislação nacional.

Parâmetros	Valor Máximo Recomendado (VMR)
Contaminação Biológica	750 UFC/m <sup>3</sup> de Fungos I/E = 1,5
Dióxido de Carbono	≤ 1000 ppm
Aerodispersóides	≤ 80 µg/m <sup>3</sup>
Temperatura	<b>Verão:</b> 23°C a 26°C <b>Inverno:</b> 20°C a 22°
Umidade	<b>Verão:</b> 40% a 65% <b>Inverno:</b> 35% a 65%
Velocidade do Ar	<b>Nível de 1,5 m do piso</b> < 0,25 m/s
Taxa de renovação do ar	<b>Baixa rotatividade de pessoas</b> 27 m <sup>3</sup> /hora/pessoa <b>Alta rotatividade de pessoas</b> 17 m <sup>3</sup> /hora/pessoa

I/E – Relação ambiente interno/ambiente externo

Fonte: Brasil, 2003

A Portaria 3523 de agosto de 1998, do Ministério da Saúde, define parâmetros para manter condições adequadas de limpeza, manutenção, operação e controle para todos os sistemas de climatização, tais como: manter todos os componentes do sistema de climatização



limpos, utilizar produtos biodegradáveis na limpeza, verificar periodicamente as condições físicas dos filtros, utilizar filtros na captação do ar externo para evitar a entrada de poluentes externos, garantir a renovação do ar e descartar corretamente o material retirado na limpeza para evitar o espalhamento de partículas inaláveis (BRASIL, 1998).

Ainda no Art. 6º da Portaria 3523, para ambientes com sistemas de climatização com capacidade superior a 5 TR, que equivale à 15.000 kcal ou 60.000 BTU/H, é atribuído a um técnico, devidamente habilitado, a responsabilidade sobre esses sistemas. O mesmo deve implantar e disponibilizar um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para o sistema de climatização (BRASIL, 1998).

Quanto à questão de limpeza, podemos encontrar padrões referenciais, principalmente, na Resolução 9 da ANVISA e na Norma Brasileira (NBR) 14679.

Na Tabela 2 encontram-se dados sobre a periodicidade de limpeza nos sistemas de climatização.

Tabela 2 – Periodicidade de limpeza dos componentes do sistema de climatização.

<b>Componente</b>	<b>Periodicidade</b>
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Bandeja de condensador	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desincrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desincrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desincrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal

\* - Excetuando na vigência de tratamento químico contínuo que passa a respeitar a periodicidade indicada pelo fabricante do produto utilizado.

Fonte: Brasil, 2003.

A NBR 14679 de maio de 2001, define os parâmetros para a execução do serviço de higienização de sistemas de condicionamento de ar e ventilação e tem como principal requisito um responsável técnico com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) (ABNT, 2001).

Segundo a norma, na execução da higienização, deve-se prezar pela saúde e segurança dos profissionais executores e dos usuários do prédio. Mantas filtrantes provisórias devem ser utilizadas nas saídas dos dutos e permanecerão por sete dias após a conclusão dos serviços para evitar que o material proveniente da limpeza seja disperso no ambiente e

agentes sanitizantes só devem ser utilizados se forem detectados níveis inaceitáveis de contaminação, com a restrição de serem registrados no Ministério da Saúde, e não exalarem substâncias tóxicas ou serem corrosivas (BRASIL, 1998; ABNT, 2001).

### **3.5 Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)**

Órgão suplementar da Universidade Federal do Ceará (UFC), o LABOMAR foi construído no ano de 1960, fundado como Estação Biológica Marinha. Em 1969 transformou-se no Laboratório de Ciências do Mar e, apenas em 1998, tornou-se o Instituto de Ciências do Mar, a partir de então pode ministrar cursos de graduação e pós-graduação (LABOMAR, 2016).

Atualmente o LABOMAR abriga dois cursos de graduação (Oceanografia e Ciências Ambientais) e dois cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado em Ciências Marinhas Tropicais), e está equipado com doze laboratórios nas seguintes áreas de estudo: Oceanografia (Geológica, Biológica, Química e Física), Pesca e Prospecção, Microbiologia Ambiental e do Pescado e Análises de Impactos Ambientais e de Contaminação do Ambiente Marinho e Costeiro (LABOMAR, 2016).

A estrutura do prédio é composta por cinco andares: térreo, primeiro subsolo, segundo subsolo, primeiro pavimento e segundo pavimento (restaurante universitário), e possui um total de 38 ambientes climatizados distribuídos por todo o prédio.

O LABOMAR é um local onde são exercidas as atividades de pesquisa, ensino e extensão, por isso, tem circulação constante de pessoas em seu interior, mesmo no período de férias (LABOMAR, 2016).

Estima-se que atualmente cerca de 520 pessoas frequentem o LABOMAR, dentre alunos e funcionários, nos turnos da manhã e tarde.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local de Coleta

Foram escolhidos, aleatoriamente, dez diferentes ambientes do prédio do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no bairro Meireles, na cidade de Fortaleza, para amostragem de bioaerossóis presentes no ar. Dos ambientes amostrados, nove (9) estão no interior do prédio e um (1) na área imediatamente externa.

Os pontos considerados de maior circulação de pessoas foram: a Biblioteca, a Sala de Aula 1, a Secretaria da graduação, a Diretoria do instituto e o Centro Acadêmico de Ciências Ambientais.

Os pontos de coleta estão identificados na Tabela 3.

Tabela 3 – Identificação dos pontos de coleta.

	<b>Ambientes Amostrados</b>	<b>Siglas</b>
1	Biblioteca	B
2	Sala de Aula 1	SL
3	Secretaria (Ciências Ambientais)	S
4	Diretoria (LABOMAR)	DR
5	Gabinete Professores (Laboratório de Oceanografia Física – LOF)	LOF
6	Depósito	DP
7	Centro Acadêmico (Ciências Ambientais)	CA
8	Estacionamento (Ambiente Externo)	E
9	Laboratório de Histopatologia (CEDECAM)	CDC
10	Laboratório de Microbiologia (LAMAP)	MC

Fonte: Autor.

Foram realizadas coletas nos seguintes andares: segundo subsolo, primeiro subsolo, térreo e primeiro pavimento.

Nas figuras 1, 2, 3 e 4 estão as plantas baixas do prédio com as localizações dos pontos de coletas representadas por hachuras.

Figura 1 – Planta baixa do Segundo Subsolo com a localização do Depósito.

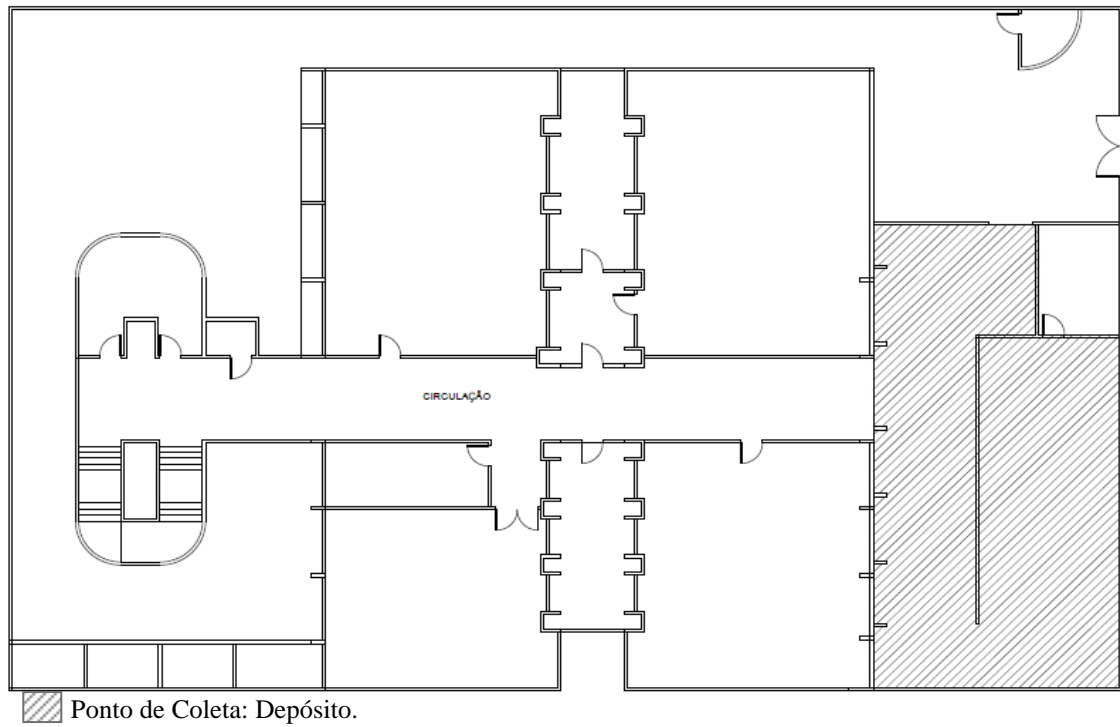


Figura 2 – Planta baixa do Primeiro Subsolo com a localização do Laboratório de Microbiologia.

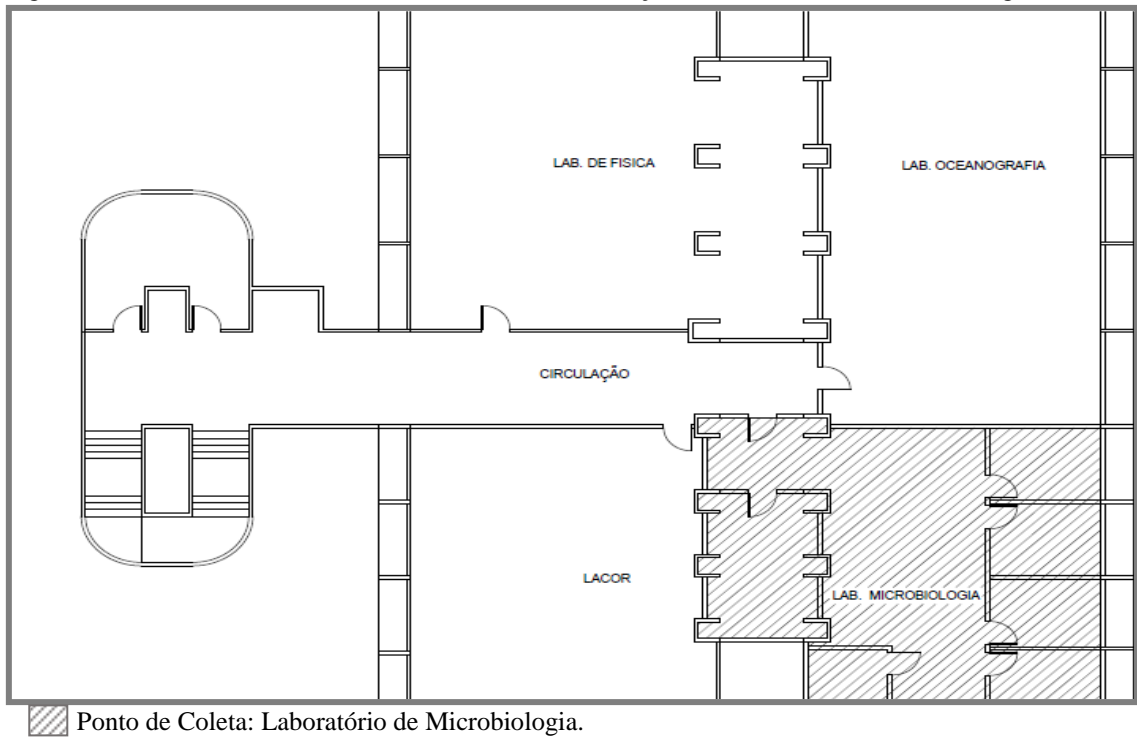
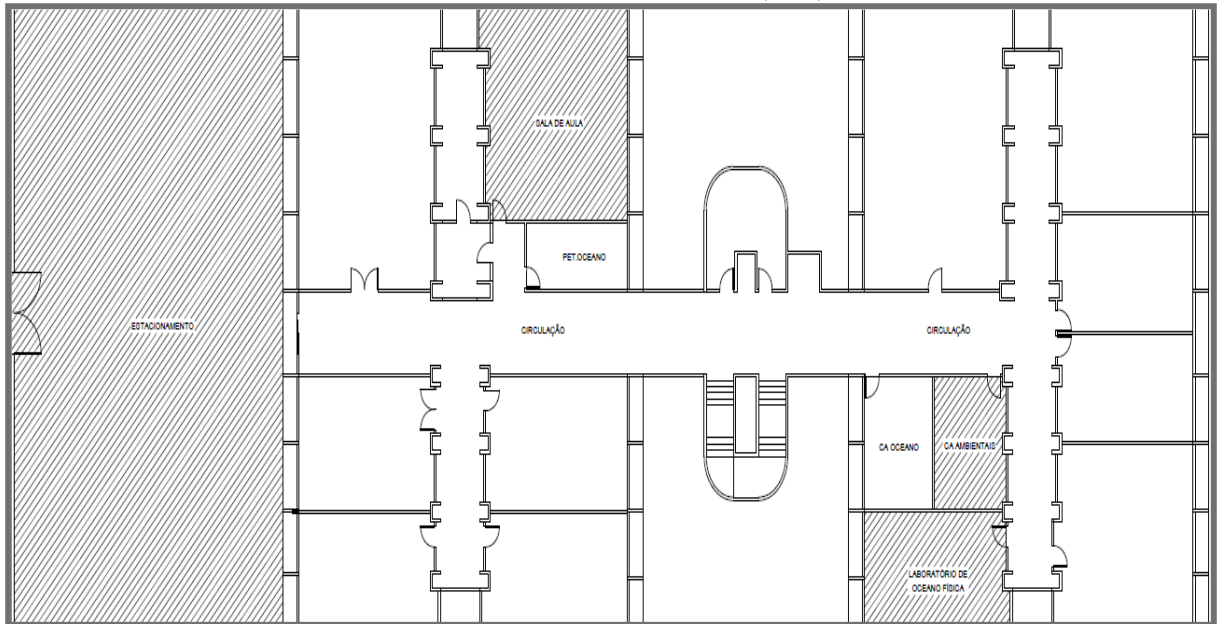
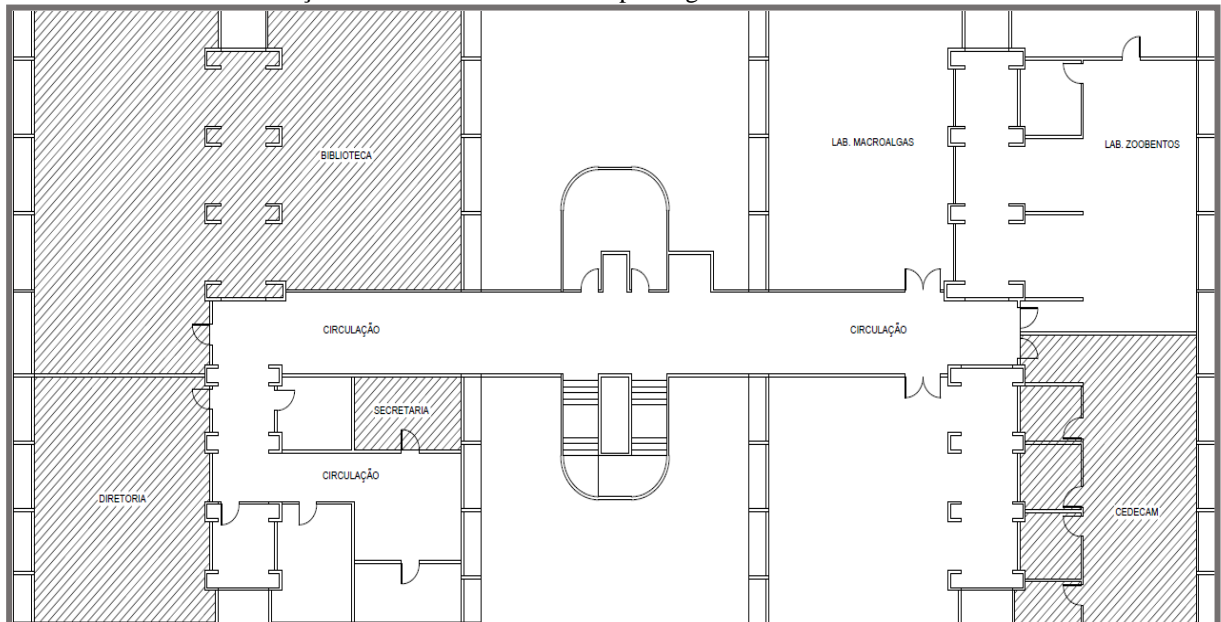


Figura 3 – Planta baixa do Térreo com as localizações do Estacionamento, da Sala de Aula 1, do Centro Acadêmico de Ciências Ambientais e do Gabinete dos Professores (LOF).



▨ Pontos de Coleta: Estacionamento, Sala de Aula 1, Centro Acadêmico de Ciências Ambientais e Gabinete dos Professores (LOF).

Figura 4 – Planta baixa do Primeiro Pavimento com as localizações da Biblioteca, da Diretoria do Instituto, da Secretaria da Graduação e do Laboratório de Histopatologia.



▨ Pontos de Coleta: Biblioteca, Diretoria do Instituto, Secretaria da Graduação e do Laboratório de Histopatologia.

## **4.2 Períodos de Coleta**

Foram realizadas seis (6) coletas entre o período de Dezembro de 2013 a Março de 2014 sendo quatro (4) amostragens foram no período de atividade no prédio (Operacional), em que todos os setores funcionam normalmente e o movimento de pessoas é constante e regular; e duas (2) no período de férias escolares (Repouso), em que há uma redução na circulação de pessoas no prédio.

## **4.3 Meios de Cultura**

Os meios de cultura usados para coleta das amostras foram o Ágar de Contagem em Placa (PCA) acrescido de 0,8% de Ácido Propiônico (fungicida) para crescimento bacteriano e o meio de cultura Ágar Dextrose Batata (ADB) para crescimento fúngico acrescido de 10µg/ml de Ampicilina. Os meios foram dispostos em placas de Petri.

## **4.4 Procedimento de Coleta**

Para a realização das coletas foi utilizada a técnica da sedimentação em placas, que consiste na abertura e exposição de placas de Petri, contendo meio de cultura específico, por trinta minutos para que as partículas suspensas no ar sedimentem sobre a superfície dos meios (PASQUARELLA; PITZURRA; SAVINO, 2000; PASQUARELLA *et al.*, 2007).

Foram dispostas placas de PCA e ADB em duplicata nas partes interna e imediatamente externa de cada ponto. Apenas no Estacionamento, ambiente externo, as placas foram postas nos pontos: mais afastado (próximo a avenida) e mais próximo (porta de entrada) do prédio.

## **4.5 Processamento das Amostras**

Finalizado o tempo de exposição das placas, as mesmas foram fechadas e levadas para o Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado, onde as placas com PCA foram incubadas em estufas de 35°C por 48 horas e as placas com ADB foram incubadas em estufas de 28°C por 7 a 8 dias.

#### 4.6 Contagem e expressão dos resultados

Após o período de incubação foram realizadas as contagens bacterianas e fúngicas e os resultados foram expressos em UFC/m<sup>3</sup> de ar.

Segundo a Resolução 09 de janeiro de 2003, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece como valor máximo permitido para contagens fúngicas no ar de ambientes internos 750 UFC/m<sup>3</sup> que a relação entre ambiente interno e ambiente imediatamente externo não pode ser superior a 1,5 (BRASIL, 2003).

Para obter os resultados das contagens em UFC/m<sup>3</sup> foi utilizada a Equação 1 para transformar a unidade de área da placa em uma unidade de volume (FRIBERG; FRIBERG; BURMAN, 1999a; FRIBERG; FRIBERG; BURMAN, 1999b).

Equação 1 – Cálculo do número de UFC/m<sup>3</sup> de ar pela técnica de sedimentação em placa.

$$n^{\circ} \text{ de UFC/m}^3 = \frac{n^{\circ} \text{ de UFC em cada caixa}}{\text{área da caixa (m}^2\text{)}} \times \frac{1}{23} \quad (1)$$

Como “área da caixa” foi utilizada a área da placa de petri, valor obtido pelo cálculo da área do círculo, que é o valor de  $\pi$  (Pi) multiplicado pelo quadrado do raio da placa.

Para uma placa de diâmetro igual a 9 cm, sua área é aproximadamente 64 cm<sup>2</sup> ou 0,0064m<sup>2</sup>.

A razão 23:1 representa o número de células na superfície pelo número de células no ar (SAR) para utilização de técnicas com sedimentação espontânea (MORAIS *et al.*, 2010).

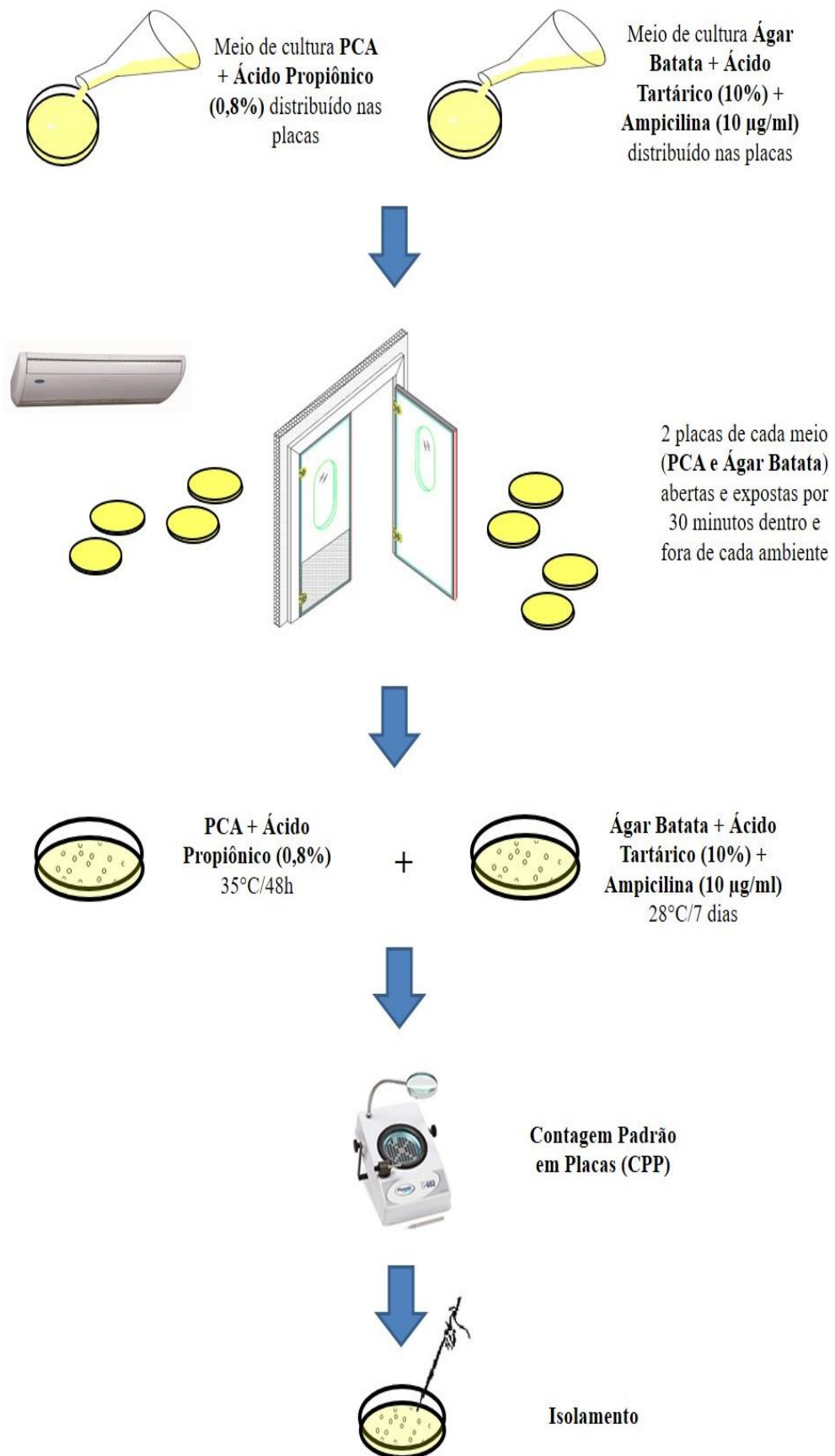
#### 4.7 Isolamento

Para o isolamento bacteriano, foram analisados tamanho, coloração das colônias, bem como suas características morfológicas. As bactérias foram isoladas em ágar Infusão de Cérebro e Coração (BHI), com incubação em estufa de 35°C por 24 horas.

Para o isolamento fúngico as características analisadas foram: tamanho, textura, coloração e presença de exsudatos, e os fungos foram isolados em ADB, com incubação em estufa de 28°C por 5 dias.

A Figura 1 apresenta a representação esquemática da metodologia utilizada para coleta, contagem e isolamento.

Figura 5 – Fluxograma da Metodologia Aplicada para coleta, contagem e isolamento de bioaerossóis.



Fonte: Autor.

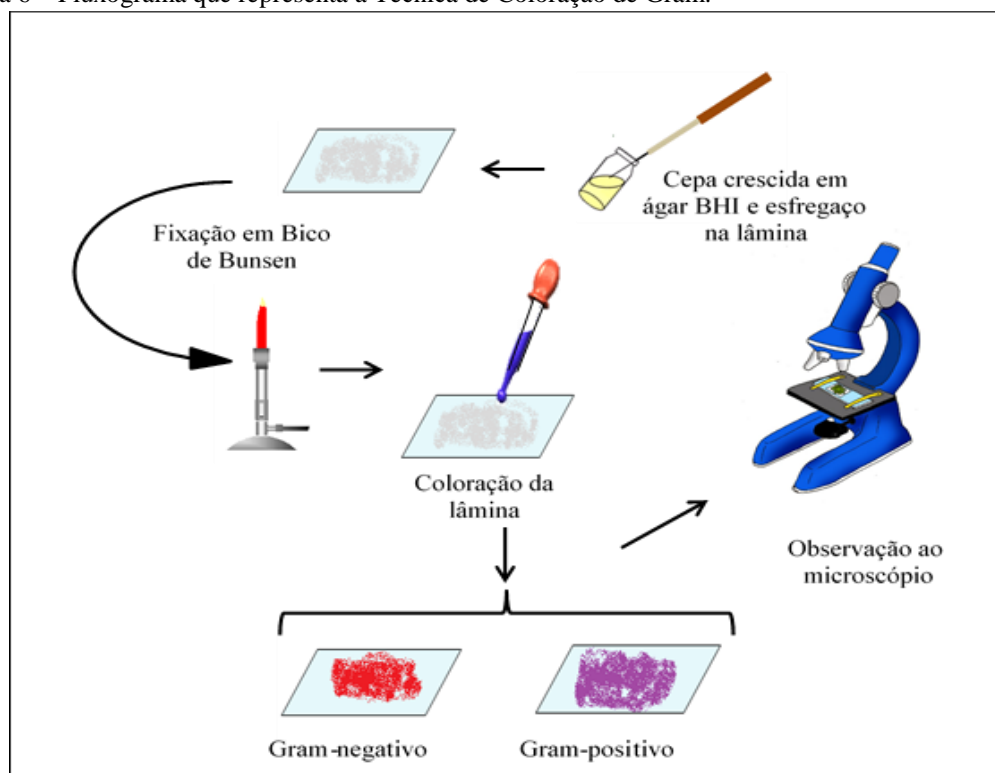


## 4.8 Identificação das Estirpes Bacterianas

### 4.8.1 Características Morfológicas

Para a análise das características morfológicas e estruturais da parede celular bacteriana foi utilizada a técnica de coloração de Gram, que permite a classificação das bactérias em dois grandes grupos: Gram positivas ou Gram negativas, baseado em sua reação aos corantes (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012) (Figura 2).

Figura 6 – Fluxograma que representa a Técnica de Coloração de Gram.



Fonte: Adaptado de SANTOS (2013).

### 4.8.2 Características Bioquímicas

A identificação das estirpes bacterianas isoladas foi realizada seguindo provas propostas pelo manual de Bergey (STALEY *et al.*, 2005). Algumas das provas realizadas foram: oxidase, catalase, fermentação de manitol, pigmento amarelado, coloração álcool-ácido resistente (BAAR), bile esculina, citrato, motilidade, produção de indol e sulfeto de

hidrogênio (H<sub>2</sub>S), fermentação de glicose, lactose e sacarose, caldo ureia, teste do vermelho de metila (VM) e Voges-Proskauer (VP).

#### **4.9 Identificação das Estirpes Fúngicas**

Para a identificação das estirpes fúngicas, foram feitos inóculos puros em placas contendo meio ADB, com crescimento por 5 a 8 dias em estufa de 28°C.

Para análise microscópica, com o auxílio de uma alça microbiana foi retirada uma pequena parte da colônia fúngica e feito um esfregaço em uma lâmina de vidro. Em seguida, o esfregaço foi corado com uma gota de Lactofenol – Azul de Algodão (BBL – NewProv) e coberto com uma lamínula que foi selada com esmalte incolor (CAMPBELL; JOHNSON, 2013).

A identificação dos fungos foi feita seguindo indicações contidas no Módulo VII da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2004a), que consiste na análise das características morfológicas e da análise microscópica das estruturas reprodutoras.

Utilizando o manual de Descrição de fungos de importância médica (ELLIS *et al.*, 2007) e o Atlas Micologia (TOMÉ E MARQUES, 2016) as estirpes fúngicas foram identificadas até gênero.

#### **4.10 Avaliação da Percepção dos Usuários/Ocupantes**

Em paralelo às coletas e análises laboratoriais, utilizando Método de Valoração Contingente (MVC), foram aplicados questionários com os usuários/ocupantes do LABOMAR, para avaliar a percepção deles quanto a importância da qualidade do ar no interior do prédio, com perguntas a respeito do ambiente de trabalho/estudo, da estrutura do prédio e da sensação ao permanecer no ambiente (Apêndice A).

Demonstrando o entendimento ou preocupação desses ocupantes/usuários, sobre a qualidade do ar do LABOMAR, através da estimativa de um valor que estariam dispostos a pagar (DAP) pela melhoria de seu bem-estar (MOTTA, 2006; GOMES; KUWAHARA, 2010).

Com foco na poluição do ar interno por contaminantes biológicos, acrescentou-se ao questionário perguntas sobre sintomas comuns conhecidos por serem causados por um ar com alta carga microbiana ou por patógenos oportunistas suspensos no ar, são sintomas como: irritação na pele, secura na boca, garganta e nariz, cansaço, dores de cabeça, respiração ofegante, tosse e vertigem, olhos lacrimejantes, letargia (USEPA, 1995).

O MVC foi aplicado conforme as seguintes etapas: realização de pesquisa piloto para teste e aperfeiçoamento do questionário, seguindo para a aplicação do questionário final e estimativa da DAP mensal por meio da média dos valores obtidos nas respostas dos usuários/ocupantes.

Com base nas respostas dos usuários/ocupantes do valor de sua DAP, pode-se encontrar alguns vieses que afetariam a confiabilidade do método, pois os entrevistados não estariam apresentando sua verdadeira DAP (MOTTA, 2006).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Contagens das Colônias Bacterianas e Fúngicas

A legislação nacional referencia valores apenas para contagens de fungos e para ambientes internos, contagens bacterianas e ambientes externos não são assistidos pela legislação.

Na média das contagens bacterianas e fúngicas de todas as coletas e nas contagens realizadas por períodos (Operacional e Repouso), nenhum ambiente interno superou o valor máximo permitido na legislação – 750 UFC/m<sup>3</sup> de fungos (BRASIL, 2003).

Na Tabela 2 estão os valores das médias das contagens bacterianas e fúngicas por ambiente em todos os pontos de coleta e a relação entre ambiente interno e ambiente externo.

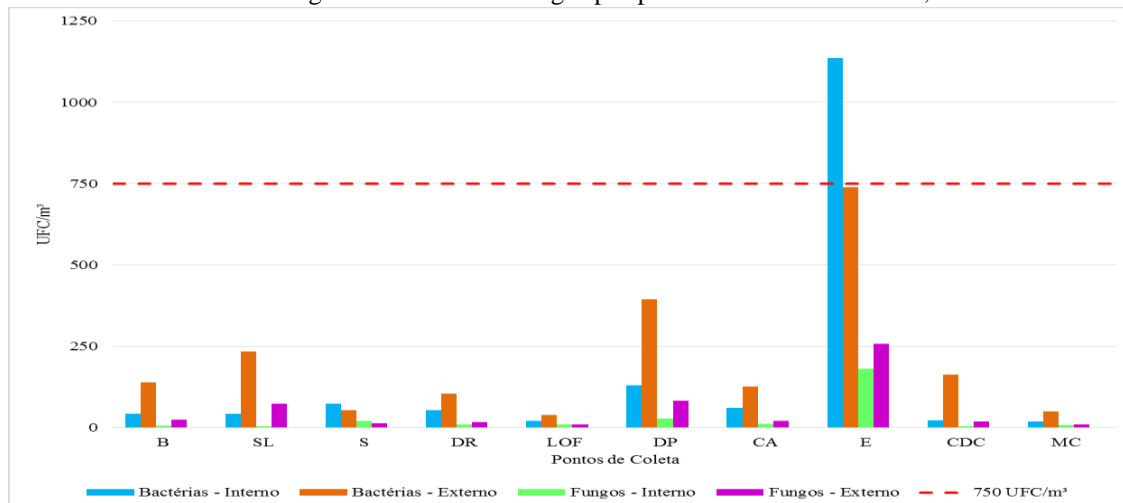
Tabela 4 – Valores das contagens bacterianas e fúngicas por ambiente e ponto de coleta expressos em UFC/m<sup>3</sup> e a relação entre ambiente interno e ambiente externo.

Pontos de Coleta	Fungos (UFC/m <sup>3</sup> )		Bactérias (UFC/m <sup>3</sup> )		Relação I/E fungos	Relação I/E bactérias
	Interno	Externo	Interno	Externo		
Biblioteca	5,13	23,35	41,58	138,40	0,22	0,30
Sala de aula 1	4,56	74,04	42,15	233,51	0,06	0,18
Secretaria da graduação	21,07	13,10	74,04	52,40	1,61	1,41
Sala da Diretoria	10,25	17,09	52,97	103,65	0,60	0,51
Gabinete de professores	10,25	8,54	21,07	39,30	1,20	0,54
Depósito*	28,48	82,58	129,28	394,68	#	#
Centro Acadêmico	10,82	21,07	60,94	125,30	0,51	0,49
Estacionamento**	181,11	258,00	1136,78	739,25	#	#
Laboratório de Histopatologia	3,42	17,66	21,64	162,89	0,19	0,13
Laboratório de Microbiologia	6,83	9,11	18,79	49,55	0,75	0,38

\*ambiente não climatizado/\*\*ambiente externo/ #não se aplica

O Gráfico 1 representa as contagens bacterianas e fúngicas por ambiente interno e externo durante todo o período de amostragem.

Gráfico 1 – Média das contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e ambiente, interno e externo.



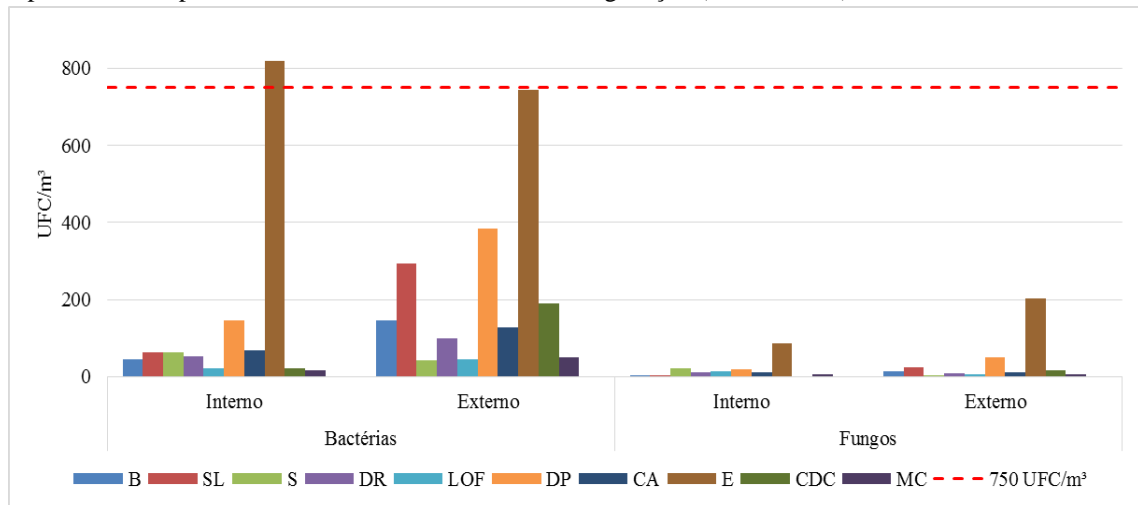
B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

Nas contagens microbiológicas realizadas, as contagens bacterianas, em sua maioria, superaram as fúngicas, resultado também obtido por Pegas *et al.* (2011), que ao analisar salas de aula em três escolas de Lisboa, encontraram valores entre 14,096 e 39,838 UFC/m<sup>3</sup> e 1,335 e 2,930 UFC/m<sup>3</sup>, para contagens bacterianas e fúngicas, respectivamente.

Os valores das contagens de fungos não se aproximaram do Valor Máximo Permitido pela legislação nacional, ficando sempre muito abaixo da faixa indicativa.

Nos Gráficos 2 e 3 estão os valores das contagens bacterianas e fúngicas divididas por período, Operacional e Repouso.

Gráfico 2 – Contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional do prédio e Valor Máximo Permitido na Legislação (750 UFC/m<sup>3</sup>).

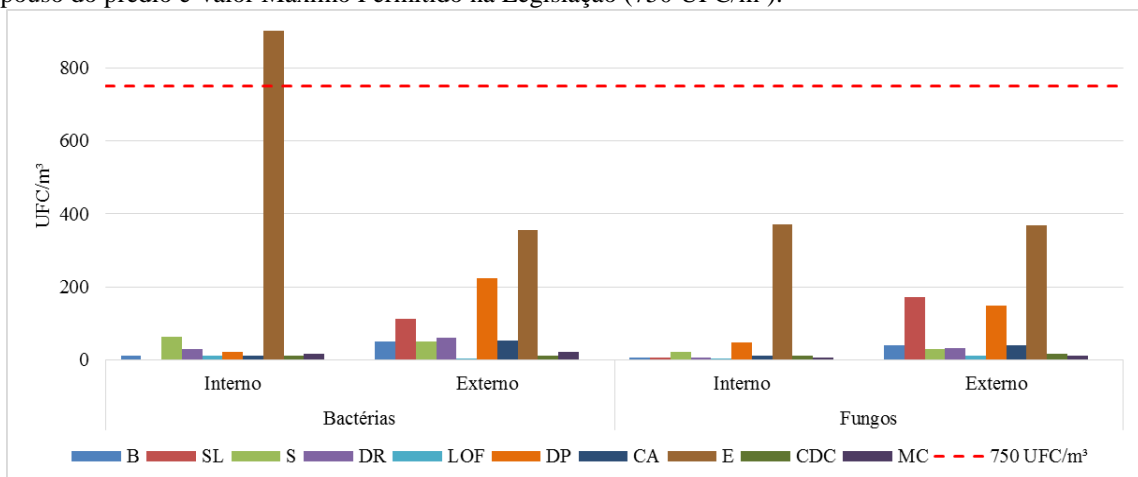


B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

Os pontos internos que apresentaram maiores valores nas contagens bacterianas no período Operacional, foram: Depósito, Sala de Aula 1, Laboratório de Histopatologia, Biblioteca e Centro Acadêmico que, com exceção do Laboratório de Histopatologia, são os mesmos que se mantêm mais representativos também no período de Repouso.

Nas contagens fúngicas o Depósito foi o ponto interno com maiores valores no período Operacional, sendo superado, no período de Repouso, pelos valores da Sala de Aula 1.

Gráfico 3 – Contagens de bactérias e fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso do prédio e Valor Máximo Permitido na Legislação (750 UFC/m<sup>3</sup>).



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

As contagens realizadas no período Operacional foram sempre superiores as contagens realizadas no período de Repouso, característica também observada por Napoli; Marcotrigiano; Montagna (2012) ao realizarem coletas em um hospital na Itália, utilizando o mesmo método de amostragem.

Em comparativo aos pontos internos, o Estacionamento, sempre apresentou valores superiores de contagens, tanto bacterianas como fúngicas.

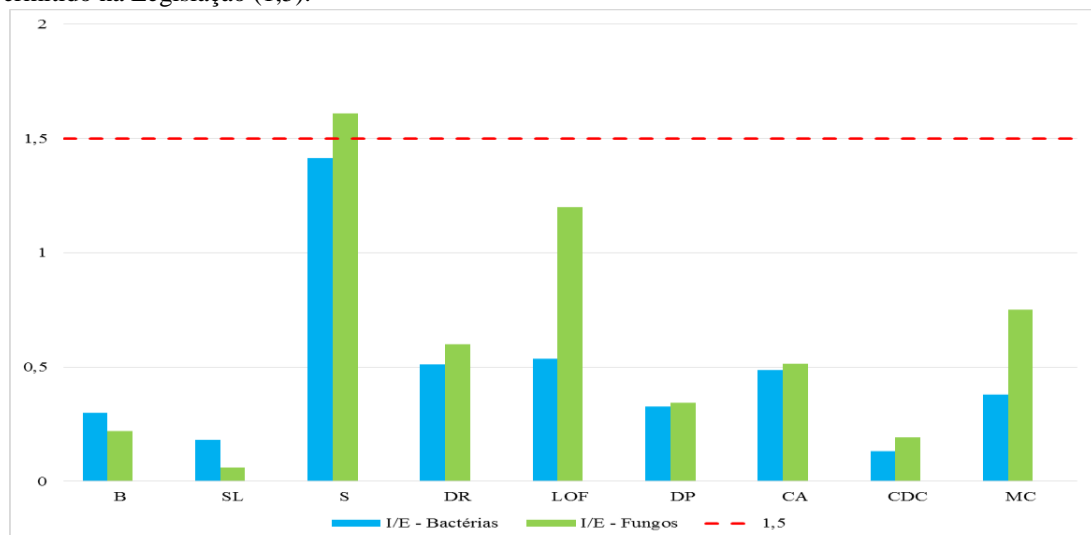
Mesmo utilizando os padrões mais restritivos estabelecidos pela legislação portuguesa (RSECE-QAI), com exceção do Estacionamento, todos os pontos ainda permaneceram dentro dos limites permitidos – 500 UFC/m<sup>3</sup> para contagens de fungos e de bactérias (PORTUGAL, 2006).

### 5.1.1 Relação ambiente Interno/Externo

A relação Interno/Externo (I/E) indica a possível necessidade de renovação do ar interno, segundo a legislação, esse valor não pode superar 1,5 (BRASIL, 2003).

O Gráfico 4 mostra os valores obtidos da relação I/E das médias das contagens bacterianas e fúngicas.

Gráfico 4 – Valores da relação Interno/Externo de bactérias e fungos por ponto de coleta e Valor Máximo Permitido na Legislação (1,5).



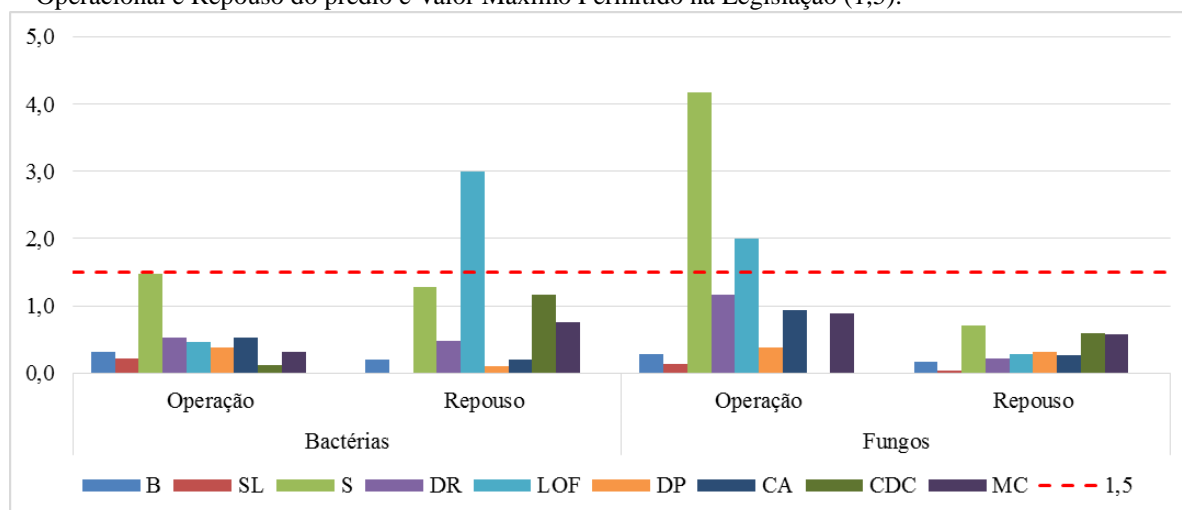
B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

No contexto geral, a Secretaria da Graduação, apresentou valor de I/E da contagem de fungos superior a 1,5, o que indica que a contaminação do ar interno supera a do ar externo,

devido a tendência de concentração de poluentes por esses serem ambientes fechados (BRASIL, 2003).

O Gráfico 5 mostra os valores obtidos da relação I/E nas contagens bacterianas e fúngicas divididas por período, Operacional e Repouso.

Gráfico 5 – Valores da relação Interno/Externo de bactérias e fungos por ponto de coleta nos períodos Operacional e Repouso do prédio e Valor Máximo Permitido na Legislação (1,5).



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

Dois pontos tiveram valores de I/E superior a 1,5. No período Operacional, a Secretaria e o LOF apresentaram os valores 4,17 e 2,0, respectivamente, para a relação I/E das contagens fúngicas.

Em uma média utilizando os nove ambientes internos do LABOMAR para obter a contagem geral do prédio, os valores ficaram 97,90 e 20,41 UFC/m<sup>3</sup> para bactérias e fungos, respectivamente. Enquanto no estacionamento foi feita a média das contagens das seis coletas, que ficou 938,01 e 2019,55 UFC/m<sup>3</sup> para bactérias e fungos, respectivamente e, as relações I/E para bactérias e fungos, respectivamente, foram: 0,10 e 0,09.

Os valores obtidos nas contagens fúngicas nem se aproximaram do VMP e a relação I/E também ficou muito abaixo do estabelecido pela legislação.

Ziehe *et al.* (2014), utilizando um amostrador de ar por impactação com acelerador linear para determinar a contaminação fúngica em duas creches públicas do Rio de Janeiro, encontrou valores que superaram os 750 UFC/m<sup>3</sup> estabelecidos, variando de 109 a 2261 UFC/m<sup>3</sup> nos ambientes internos, porém, nenhum valor de I/E ultrapassou o limite permitido, sendo 1,42 o maior valor de I/E encontrado.

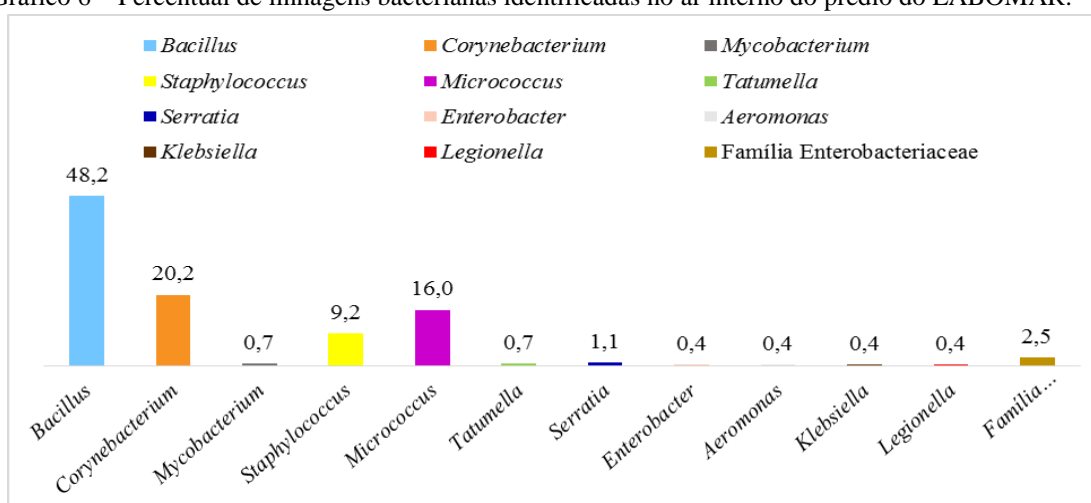
## 5.2 Identificação das Estirpes Bacterianas

Dentre as 282 estirpes bacterianas identificadas, 201 foram isoladas das coletas no período Operacional e 81 no período de Repouso. Foram encontradas estirpes bacterianas de linhagens conhecidas por compor a microbiota normal humana e/ou serem considerados patógenos oportunistas (MADIGAN *et al.*, 2010; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

As linhagens identificadas foram: *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Tatumella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Klebsiella*, *Legionella* e Família das Enterobacteriaceae.

O gênero com número de estirpes mais abundante foi o *Bacillus*, seguido dos gêneros *Corynebacterium*, *Micrococcus* e *Staphylococcus*, sendo estes os grupos mais representativos nos resultados (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Percentual de linhagens bacterianas identificadas no ar interno do prédio do LABOMAR.

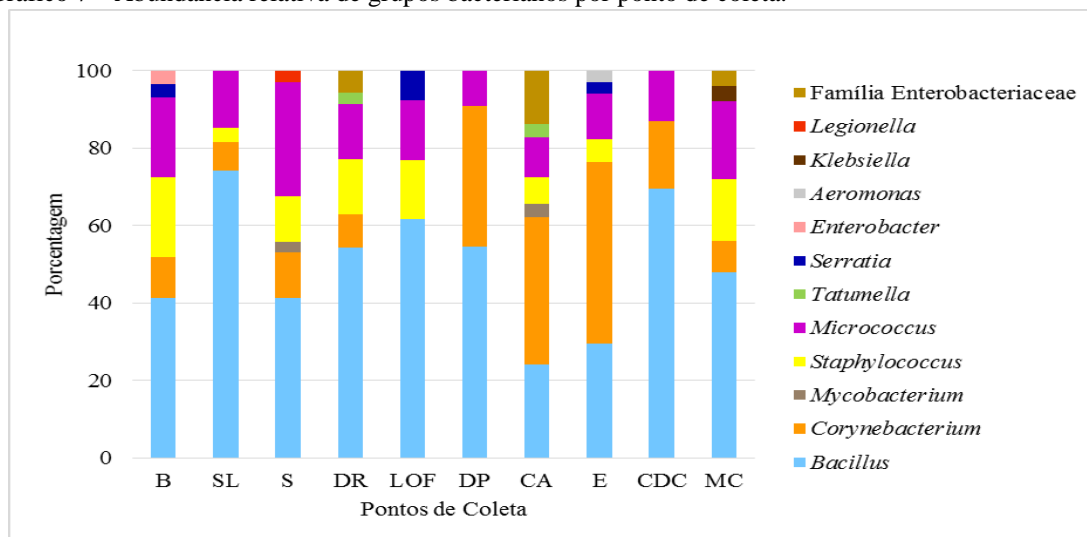


Segundo Tang (2009) e Madigan *et al.* (2010) as bactérias mais aptas a sobrevivência na dispersão pelo ar são as Gram Positivas, devido a composição de sua parede celular mais resistente, sendo os gêneros mais comumente encontrados: *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* e *Actinomyces*, mas esse fato não impede a dispersão de bactérias Gram-Negativas, como: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, que são geralmente encontradas em ambientes com maior umidade relativa do ar e menor temperatura, ou até mesmo em gotículas de água.



A divisão das linhagens bacterianas por pontos de coleta está representada no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Abundância relativa de grupos bacterianos por ponto de coleta.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

O ponto com maior diversidade bacteriana foi o Centro Acadêmico, que apresentou seis dos onze gêneros encontrados no prédio e a Família das Enterobacteriaceae, superando também o Estacionamento (ambiente externo).

Seis pontos apresentaram maior diversidade bacteriana que os demais, com sete ou seis linhagens identificadas, foram eles Centro Acadêmico, Biblioteca, Secretaria, Diretoria, Laboratório de Microbiologia e Estacionamento. Os outros laboratórios, o Depósito e a Sala de Aula 1, apresentaram três ou quatro linhagens identificadas.

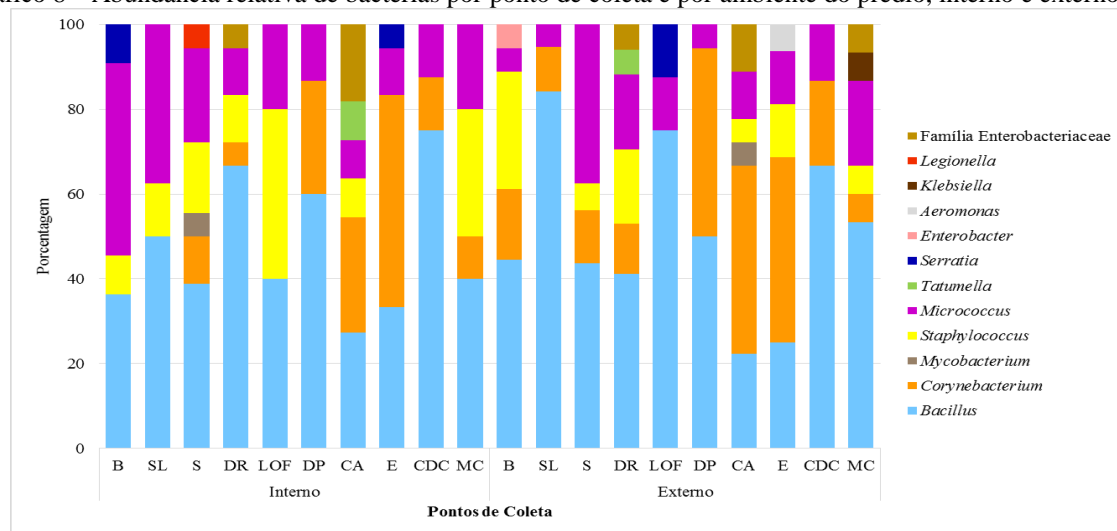
Os pontos com menor diversidade bacteriana, com exceção da sala de aula, são locais com menor circulação de pessoas que os que apresentaram maior diversidade, isso deve-se ao fato de que a atividade humana também é uma fonte de bioaerossóis (bactérias e fungos) para ambientes internos (MADIGAN *et al.*, 2010; SCHIRMER *et al.*, 2011).

O Laboratório de Microbiologia apesar de ser um local de pouca circulação de pessoas apresentou grande diversidade de estipes bacterianas, em relação aos outros pontos de coleta, tal fator pode ser explicado pela atividade exercida no local, que é a manipulação de microrganismos e, isso pode ter influenciado nos resultados.

Na identificação por período, a diversidade permaneceu maior no período Operacional.

Segue, no Gráfico 8, a identificação das linhagens bacterianas divididas por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo.

Gráfico 8 – Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente do prédio, interno e externo.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

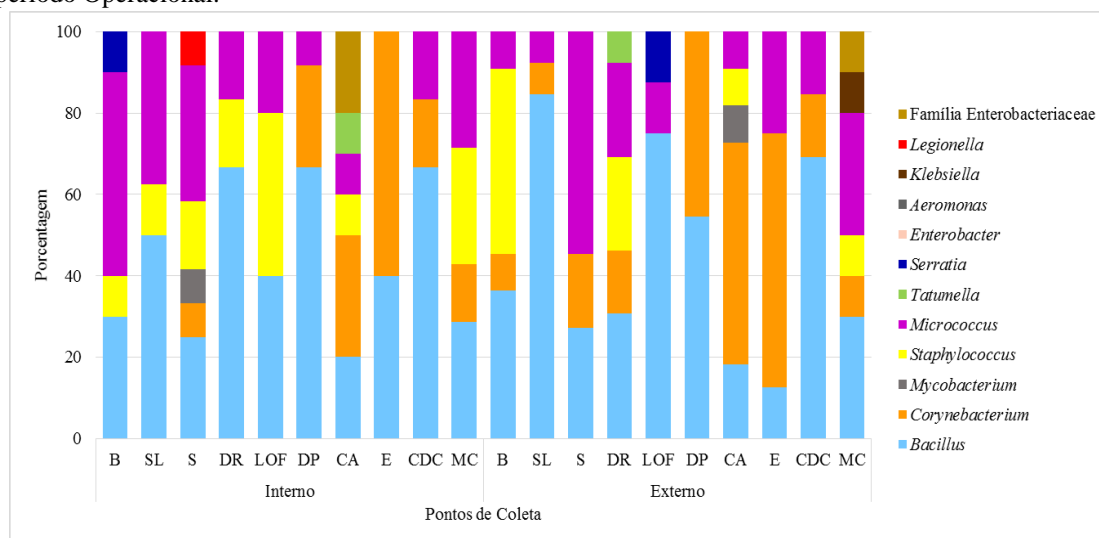
Estirpes bacterianas dos gêneros *Bacillus* e *Micrococcus* foram encontradas nos dois ambientes, interno e externo, em todos os pontos de coletas.

O Depósito e o Laboratório de Histopatologia apresentaram as mesmas linhagens identificadas: *Bacillus*, *Corynebacterium* e *Micrococcus*

*Staphylococcus*, *Corynebacterium* e *Micrococcus*, foram as linhagens bacterianas mais frequentes depois do gênero *Bacillus*, isso pode ser explicado pelo fato de que esses três gêneros estão diretamente ligados a atividade humana, já que pertencem a sua microbiota normal (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Dividindo as estirpes identificadas pelo período de coleta, Operacional e Repouso, é possível ver a influência da atividade humana sobre a diversidade bacteriana no prédio (Gráficos 9 e 10).

Gráfico 9 – Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional.



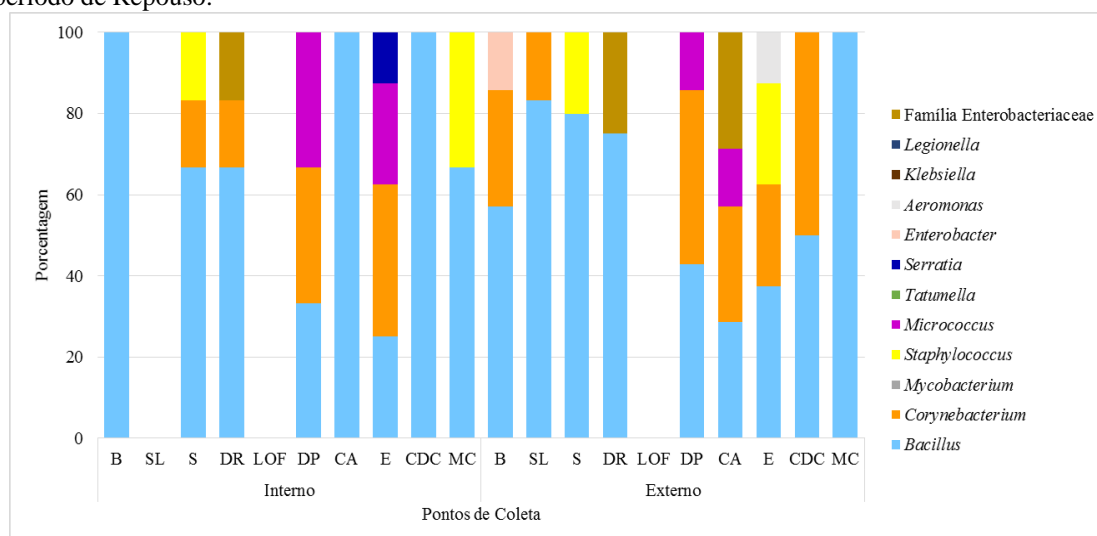
B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

É de grande relevância ressaltar que uma estirpe do gênero *Legionella* foi encontrada no prédio do instituto, precisamente, no ambiente interno da sala da Secretaria da Graduação em Ciências Ambientais.

Estirpes o gênero *Legionella* colonizam ambientes com água, como tubulações e bandejas de sistemas de ar condicionado, são mais resistentes a produtos químicos de limpeza que outras bactérias, por causa formação de biofilme (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

A legionelose, doença causada por algumas espécies do gênero *Legionella*, pode causar infecção do tecido pulmonar, porém não apresenta sintomas muito específicos, a maioria assemelha-se aos da pneumonia, exemplos: perda de força e letargia, febre alta, tosse seca, expectoração de sangue, dor no peito, náuseas, calafrios e dores musculares; em estágios mais avançados a doença pode se tornar letal, principalmente para integrantes do grupo de risco: pessoas idosas, crianças e enfermos (BARTRAM *et al.*, 2007).

Gráfico 10 – Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

O período de Repouso apresentou menor abundância de linhagens bacterianas identificadas que no período Operacional, que pode ser influencia da contagem, que também foi superior no mesmo período.

No período Operacional foram encontradas dez das doze linhagens identificadas no prédio do LABOMAR, enquanto que no período de Repouso apenas oito foram encontradas. Dessas doze linhagens, seis são conhecidas por pertencerem a microbiota normal humana (*Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Enterobacter* e *Klebsiella*), isso confirma a atividade humana como fonte de microrganismos e demonstra a influência da mesma sobre a diversidade bacteriana (MADIGAN *et al.*, 2010; SCHIRMER *et al.*, 2011; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Soto *et al.* (2009) também confirmaram a relação da carga microbiana no interior de prédios com a presença humana ao analisarem diferentes pontos de uma universidade na Espanha em dois horários distintos, um pela manhã em que haveria aula e o funcionamento é normal e outro à tarde, com menor circulação de pessoas.

Entre as estirpes bacterianas isoladas, algumas se mostraram no estado de viáveis mas não cultiváveis (VNC), ou seja, cresceram sobre os meios de coleta, entretanto, não cresceram nos meios de cultura nas etapas posteriores.

Não houve estirpe bacteriana identificada no período de Repouso no ambiente interno da Sala de Aula 1 e nos ambientes interno e externo do Gabinete dos Professores (LOF).

Isso deve-se ao fato de que nas duas coletas que ocorreram no período de Repouso na Sala de Aula 1, não houve crescimento bacteriano nas placas colocadas no ambiente interno e, as estirpes bacterianas isoladas no mesmo período no Gabinete dos Professores se mostraram no estado de viáveis mas não cultiváveis.

Todas as 282 estirpes bacterianas identificadas no presente trabalho apresentaram, como característica comum, presença da enzima catalase, ou seja, todas as estirpes apresentaram resultado positivo ao serem submetidas ao teste com peróxido de hidrogênio.

Possuem a enzima catalase bactérias aeróbias estritas ou anaeróbias facultativas, ou seja, bactérias que respiram utilizando o oxigênio como acceptor terminal de elétrons (MICROBEONLINE, 2013).

Esse resultado demonstrou que as bactérias isoladas para este trabalho apresentaram uma característica em comum para permanecerem em estado vegetativo ou sobreviverem no ar, a tolerância a oxigênio molecular.

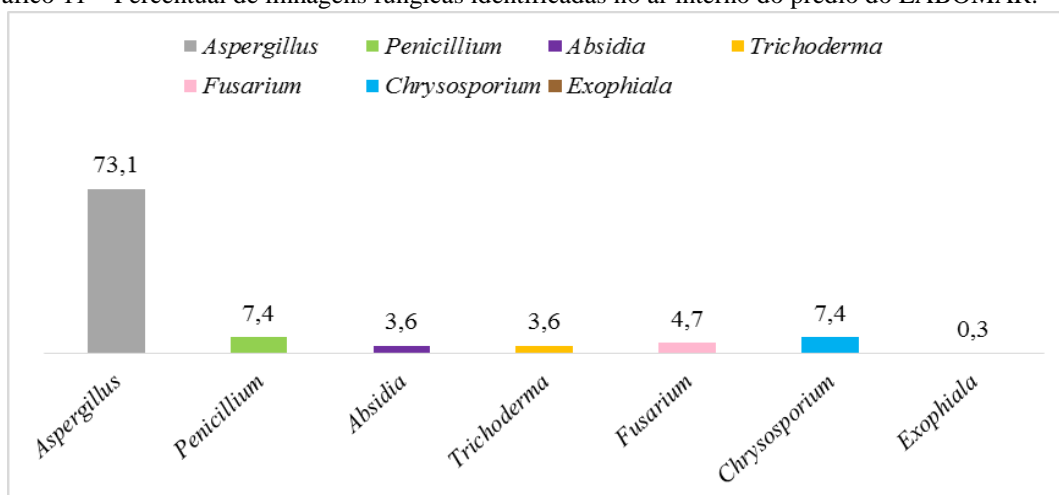
### **5.3 Identificação das Estirpes Fúngicas**

Dentre as 338 estirpes fúngicas identificadas, 228 foram isoladas das coletas no período Operacional e 110 no período de Repouso.

Os gêneros fúngicos encontrados no ar interno do LABOMAR foram: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Absidia*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Chrysosporium* e *Exophiala*. Desses, estão entre os principais fungos anemófilos encontrados e mais associados a doenças alérgicas os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (OLIVEIRA e BORGES-PALUCH, 2015).

O gênero com maior número de estirpes identificadas foi o *Aspergillus*, que representou 73,1% dos isolados, seguido por *Penicillium* e *Chrysosporium*, com 7,4% os dois, e *Fusarium*, com 4,7%. Os gêneros *Absidia* e *Trichoderma* foram menos representativos, com 3,6%, os dois, e apenas uma estirpe do gênero *Exophiala* foi encontrado, representando 0,3% do total de isolados (Gráfico 11).

Gráfico 11 – Percentual de linhagens fúngicas identificadas no ar interno do prédio do LABOMAR.



Todos os gêneros fúngicos identificados no prédio do LABOMAR são produtores de esporos, estruturas de dispersão aérea, o que os classifica como fungos anemófilos.

Os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, também encontrados por Souza e Farias (2013) ao analisar ambientes compartilhados da Universidade Federal da Paraíba, são alguns dos gêneros mais comumente encontrados em isolados de amostra de ar interno, são também conhecidos por possuírem estirpes capazes de produzir toxinas que afetam a saúde humana, causando sintomas de doenças respiratórias como asma, rinite, alergias (BOECHAT; RIOS, 2011).

Pereira *et al.* (2014), também encontraram os gêneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Exophiala* ao monitorarem o ar interno de um hospital em Rondônia.

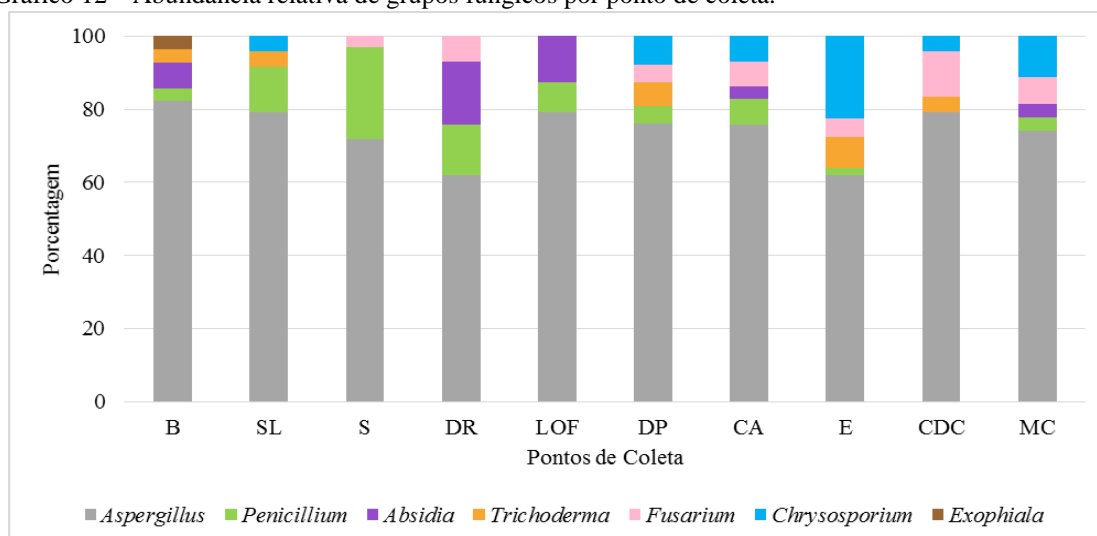
Segundo Mota *et al.* (2014), os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chrysosporium* e *Fusarium* estão entre os gêneros fúngicos mais encontrados em ambientes hospitalares, centros cirúrgicos e unidades de tratamento intensivo.

Os gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Exophiala* possuem estirpes produtoras de melanina, ou seja, estão incluídas nesses grupos espécies de fungos que possuem pigmento escuro que varia de marrom acinzentado a preto (ATLAS MICOLOGIA, 2016).

A produção de melanina por estirpes fúngicas pode ser considerado como fator de virulência, pois melanina é um pigmento hidrofóbico insolúvel em solventes orgânicos e aquosos, que dificulta o processo de fagocitose por macrófagos, além de proporcionar proteção contra radiação ultravioleta ou gama e antifúngicos (AZEREDO, 2012).

No Gráfico 12 está a divisão das linhagens fúngicas por ponto de coleta.

Gráfico 12 – Abundância relativa de grupos fúngicos por ponto de coleta.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

Dos dez pontos que foram amostrados, cinco apresentaram o maior valor de gêneros fúngicos identificados, foram eles: a Biblioteca, o Depósito, o Centro Acadêmico, o Estacionamento e o Laboratório de Microbiologia, todos com cinco diferentes gêneros de fungos.

Dos ambientes internos, a Biblioteca é um ponto que, devido às suas características normais de funcionamento, oferece um ambiente propício ao crescimento de fungos, pois sua coleção de livros possui uma variedade de materiais orgânicos que podem ser utilizados no metabolismo fúngico: papel, couro, pano, cola de amido (RIBEIRO, 2013).

Dos pontos que apresentaram maior diversidade de fungos o Depósito e o Laboratório de Microbiologia são os pontos com menor circulação de pessoas, sua diversidade pode ser explicada pela atividade exercida no local, Laboratório de Microbiologia, e pelas características do ponto de coleta.

Como já citado, no Laboratório de Microbiologia, ocorre manipulação de microrganismos, que influencia na diversidade da microbiota local, já o Depósito, no período das coletas, estava tomado por objetos para descarte: mesas, cadeiras, freezers, computadores, todos antigos ou danificados e, cobertos de poeira.

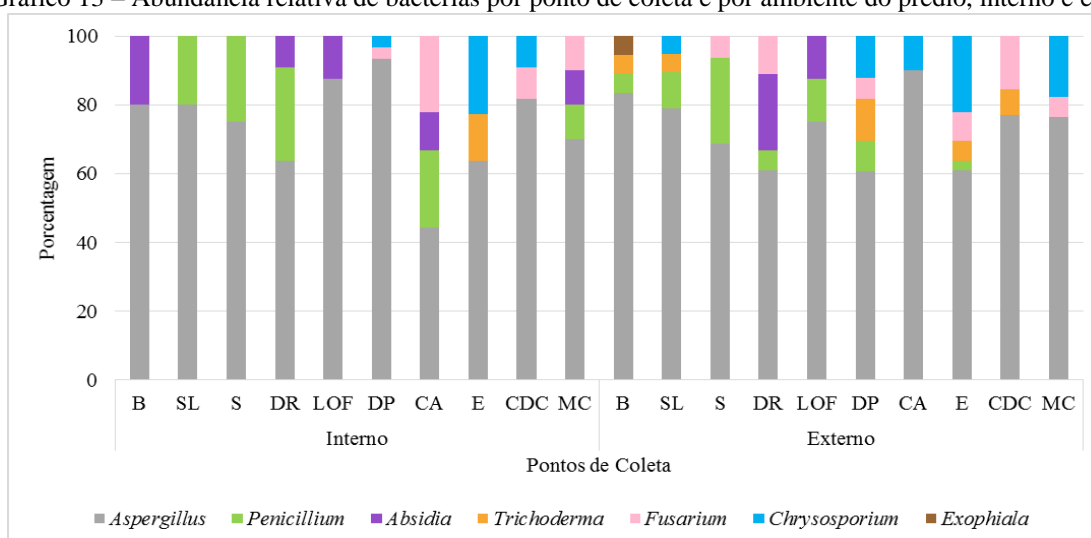
Esporos fúngicos se inserem em ambientes internos ao serem carreados em tecidos de roupas, pelos de animais, até pela própria entrada do ar externo e, diferente das

bactérias, a presença de fungos em ambientes internos está mais associada a locais com poeira e/ou umidade e a algum tipo material orgânico do que à própria atividade humana em si (CARMO; PRADO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011).

A maioria dos fungos têm como seu habitat natural o meio ambiente, com exceção de uma espécie fúngica conhecida por fazer parte da microbiota normal humana, *Candida albicans* (LEVINSON, 2014).

No Gráfico 13 as estirpes fúngicas estão divididas por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo.

Gráfico 13 – Abundância relativa de bactérias por ponto de coleta e por ambiente do prédio, interno e externo.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

O gênero *Aspergillus* foi identificado nos dois ambientes, interno e externo, de todos os pontos de coleta, representando sempre mais de 50% das identificações das estirpes isoladas de cada ponto e ambiente, com exceção do ambiente interno do Centro Acadêmico com 44%.

O Laboratório de Histopatologia apresentou somente três gêneros fúngicos, tanto no ambiente interno como no externo, e foi o único ponto em que não foram encontradas estirpes do gênero *Penicillium* em nenhum ambiente.

Tanto as contagens quanto as diversidades bacteriana e fúngica do Laboratório de Histopatologia foram baixas, isso pode estar ligado a atividade exercida no local e ao que ela implica.

O CDC é também um laboratório de biologia molecular, em que é realizada a técnica de amplificação de ácidos nucleicos, e sua aplicação requer alguns cuidados

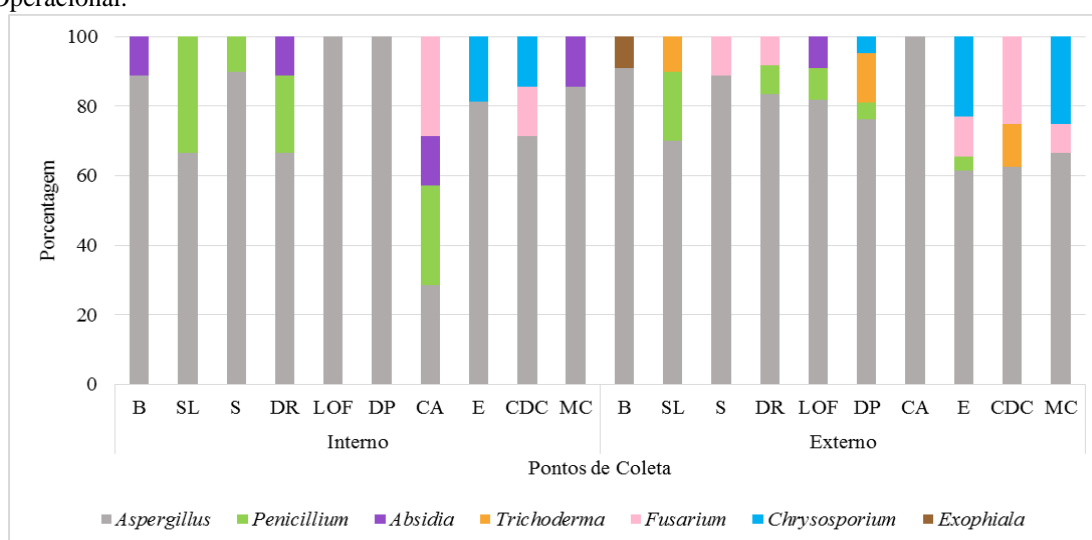


específicos para não comprometer amostras utilizadas, como: evitar materiais com acabamento ou revestimento poroso, manter a temperatura ambiente na faixa dos 22°C e monitorá-la constantemente, o sistema de ar condicionado não deve ser o mesmo para as salas de pré e pós amplificação, e o ar não deve circular entre uma sala e outra (NASCIMENTO 2016).

Tais características influenciam a redução da carga microbiana no ar desse tipo de ambiente, visto que, microrganismos aderem com mais facilidade superfícies porosas, fungos têm como temperatura média ideal para crescimento 30°C e, a circulação do ar de um ambiente para outro pode carrear contaminantes e/ou ressuspendê-los (CARMO; PRADO, 1999; BRASIL, 2004a).

Nos Gráficos 14 e 15 as estirpes identificadas encontram-se divididas por período de coleta, Operacional e Repouso.

Gráfico 14 – Abundância relativa de fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período Operacional.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

Todos os sete gêneros fúngicos identificados no ar interno do prédio do LABOMAR foram encontrados no período Operacional, enquanto seis foram encontrados no período de Repouso.

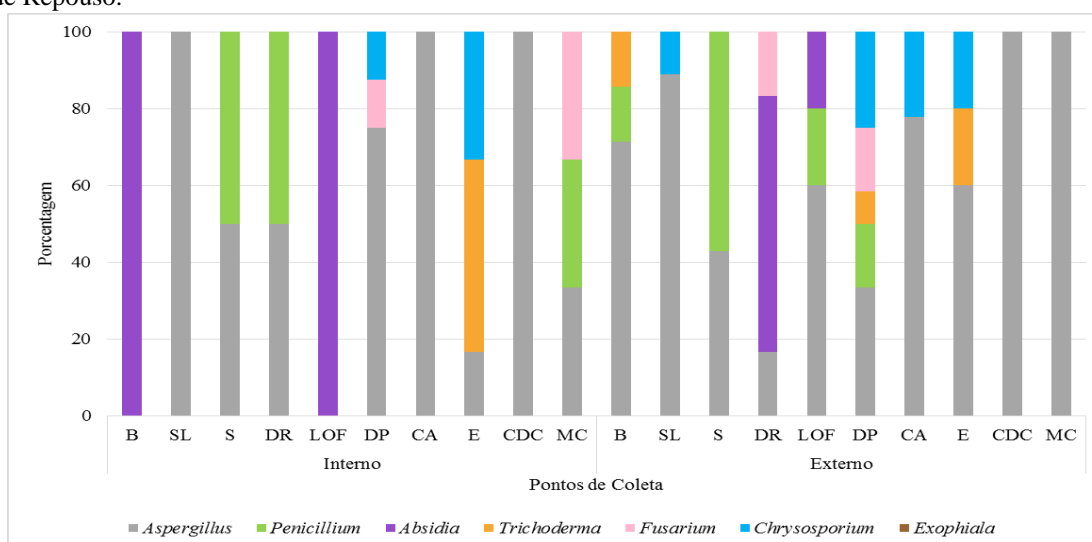
O único gênero encontrado no período Operacional, que não apareceu nas identificações do período de Repouso foi o gênero *Exophiala*.

*Exophiala* é um gênero de fungo encontrado comumente no meio ambiente associado a algum tipo de resíduo orgânico, no entanto, possui algumas espécies conhecidas

por serem patógenos humanos, *E. jeanselmei*, *E. moniliae* e *E. spinifera*. Dentre seus efeitos à saúde humana estão: micetoma (inflamação subcutânea crônica), infecções cutâneas localizadas, cistos subcutâneos, endocardite e infecções cerebrais e, feohifomicose (ELLIS, 2016).

A feohifomicose é um tipo de infecção causada por fungos melanizados, que podem ser superficiais, cutâneas, subcutâneas ou sistêmicas, que possui como grupo de risco pacientes imunocomprometidos devido a transplante de órgãos (REDE BRASILEIRA DE FUNGOS MELANIZADOS, 2016).

Gráfico 15 – Abundância relativa de fungos por ponto de coleta e por ambiente, interno e externo, no período de Repouso.



B – Biblioteca; SL – Sala de Aula 1; S – Secretaria da Graduação Ciências Ambientais; DR – Diretoria do LABOMAR; LOF – Gabinete dos Professores; DP – Depósito; CA – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais; E – Estacionamento; CDC – Laboratório de Histopatologia; MC – Laboratório de Microbiologia.

No período de Repouso foram encontrados seis gêneros dos sete identificados no total. Apesar da diversidade total não ter diminuído muito, a diversidade por ambiente foi, em geral, menor no período de Repouso.

Enquanto no período Operacional apenas três pontos apresentaram um só gênero identificado: o Gabinete dos Professores e o Depósito, no ambiente interno, e o Centro Acadêmico no ambiente externo; no período de Repouso seis pontos se apresentaram da mesma forma: Biblioteca, Sala de Aula 1, Gabinete dos Professores e Centro Acadêmico no ambiente interno, o Laboratório de Microbiologia no ambiente externo e, o Laboratório de Histopatologia nos dois ambientes.

No período Operacional e no período de Repouso os três gêneros fúngicos mais encontrados foram: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Chrysosporium*, sendo *Chrysosporium* o

segundo mais encontrado no período de Repouso, mas o terceiro no período Operacional, e *Aspergillus* sempre foi o gênero mais encontrado, nos dois períodos.

#### 5.4 Percepção do Usuários/Ocupantes

Aproximadamente 520 pessoas frequentam o LABOMAR por dia, entre funcionários e alunos, esse número corresponde ao valor obtido no mês de março de 2015.

Na Tabela 3 está representado o quantitativo de pessoas por atividade que exercem no LABOMAR.

Tabela 5 – Quantitativo de pessoas por atividade exercida no LABOMAR.

ALUNOS		SERVIDORES	
Graduação		Docentes	28
Ciências Ambientais	144	Técnicos	37
Oceanografia	144	Bibliotecários	3
Pós-Graduação		Terceirizados	
Mestrado	44	Limpeza	4
Doutorado	78	Vigilância	8
Discentes Especiais	1	Secretaria	1
Total de Alunos	433	Biblioteca	1
Total de Servidores	87	Manutenção	5
<b>Total de Usuários/Ocupantes LABOMAR</b>			<b>520</b>

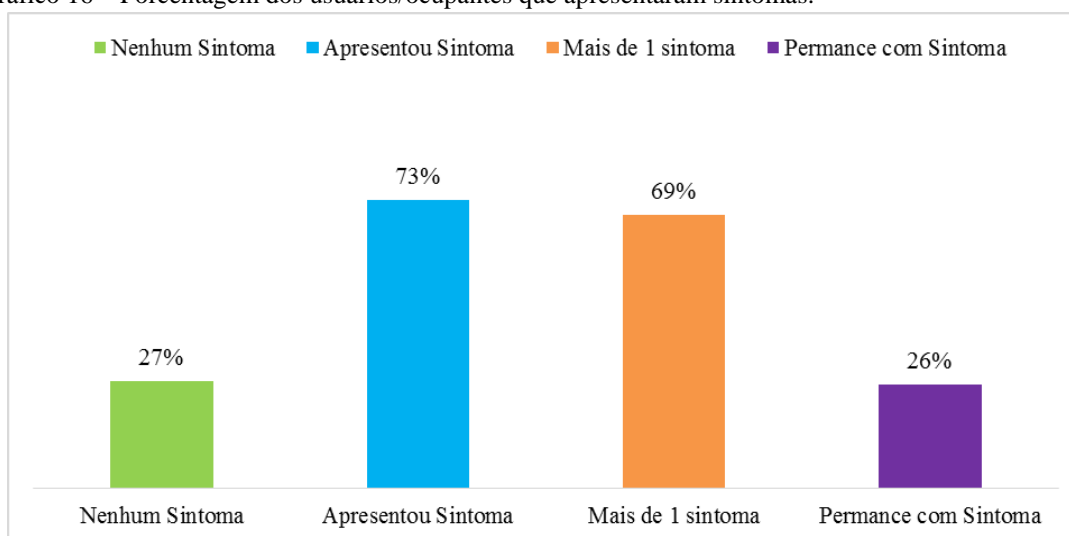
Fonte: Autor.

Dentre os usuários/ocupantes no LABOMAR, 89 pessoas foram entrevistadas, poucas observações considerando o total de pessoas que frequentam o prédio.

Desses 89 entrevistados, 27% afirmaram não sentir qualquer um dos sintomas perguntados. Dos 73% que apresentaram sintomas, 69% apresentaram mais de um.

O Gráfico 16 mostra as respostas dos entrevistados quanto a sentirem ou não algum sintoma durante o período que permanecem no prédio.

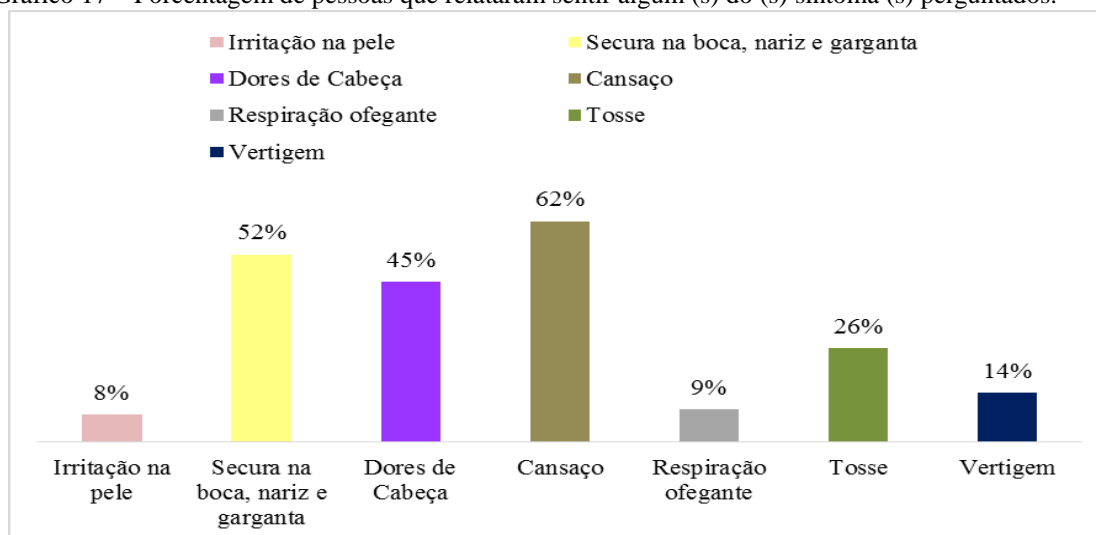
Gráfico 16 – Porcentagem dos usuários/ocupantes que apresentaram sintomas.



Desses mesmos 73% que apresentaram algum sintoma, 26% afirmaram permanecer com o (s) sintoma (s) mesmo após sair do prédio.

O Gráfico 17, com os principais sintomas causados por contaminantes biológicos que acometem ocupantes de prédios, mostra os sintomas mais percebidos pelos usuários/ocupantes do LABOMAR. Os frequentadores tinham a opção de marcar mais de uma alternativa.

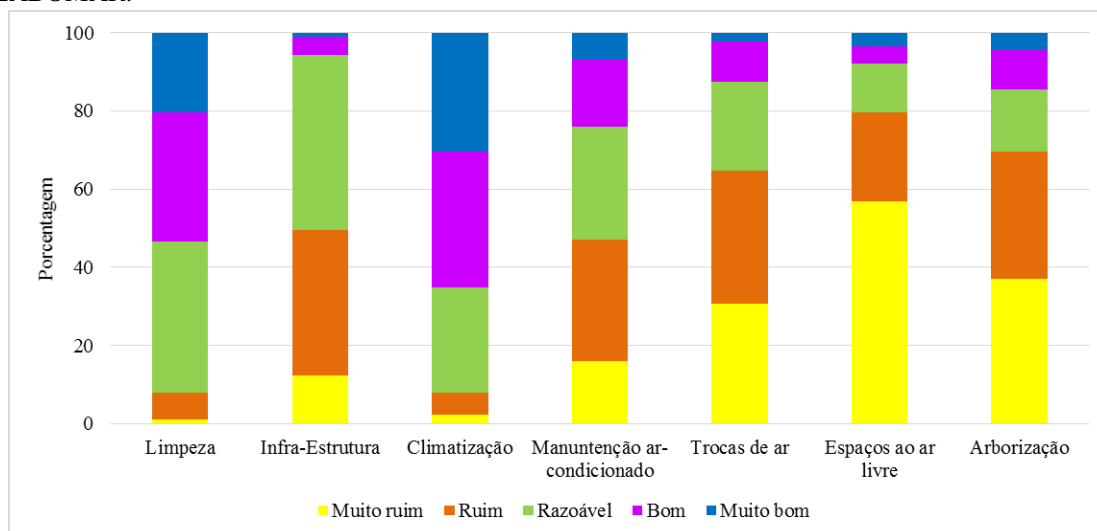
Gráfico 17 – Porcentagem de pessoas que relataram sentir algum (s) do (s) sintoma (s) perguntados.



Cansaço, secura na boca, nariz e garganta, dores de cabeça e tosse foram os sintomas mais relatados pelos usuários/ocupantes. Esse resultado confirma os obtidos por Fraga *et al.* (2008), que constataram a prevalência de sintomas comuns de doenças respiratórias, ao aplicar questionários em escolas na cidade de Porto, Portugal.

Com relação a como cada usuário/ocupante percebe o ambiente, foram atribuídas notas para atributos importantes para a manutenção de uma boa qualidade do ar em ambientes internos (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Porcentagem de notas de 1 a 5, sendo 1 muito ruim e 5 muito bom, atribuídas às condições do LABOMAR.



É importante ressaltar que as notas foram atribuídas considerando quantidade e/ou condições dos atributos questionados.

Para Limpeza foi avaliada a qualidade do serviço realizado; para Infra-Estrutura foi avaliado as condições do prédio; para Climatização, foi considerado o total de ambientes climatizados de todo o prédio e a eficiência do sistema de climatização; para Manutenção dos aparelhos de ar-condicionado foi avaliado a frequência e qualidade do serviço, para Trocas de ar foi avaliada a quantidade de aberturas no prédio (portas e janelas) que permitam as trocas; para Espaços ao ar livre foram avaliadas a quantidade e as condições para permanência nos mesmos e para Arborização foi avaliada a quantidade de árvores.

Espaços ao ar livre, arborização e trocas de ar foram os atributos que receberam o maior percentual de notas ruins, 57%, 37% e 31% respectivamente.

Fato que pode ser explicado baseado na estrutura do prédio; o único ambiente ao ar livre é também o único arborizado (Estacionamento) e, por ter uma estrutura fechada por dois edifícios em suas laterais, o número de aberturas (portas e janelas) para fora do prédio é reduzido, o que diminui as taxas de renovação do ar interno.

A arborização em espaços ao ar livre de edificações tem efeito indireto sobre a qualidade de seu ar interior, pois árvores desempenham o papel de biofiltros, retendo partículas de poeira e fuligem suspensas no ar (FERREIRA, 2011). Visto que uma das fontes

de poluição do ar interno de prédios é justamente o ar externo, esse ar pré-filtrado naturalmente possuirá uma carga poluidora bem menor do que se não houvessem árvores (SCHIRMER *et al.*, 2011).

#### **5.4.1 Disposição a Pagar (DAP)**

Com o objetivo de avaliar a percepção/preocupação dos usuários quanto a importância da qualidade ar, foi questionado aos entrevistados quanto cada um estaria disposto a pagar para que fosse mantido um padrão de qualidade do ar interno do LABOMAR.

Baseado na média das DAPs e no total de pessoas que frequentam o instituto, o valor total estimado do custo mensal de um ar interno de boa qualidade foi de R\$ 7.040,45 (Sete mil e quarenta reais e quarenta e cinco centavos).

Um valor a ser destinado a manutenção frequente dos aparelhos condicionadores de ar, renovação se necessário, limpeza apropriada nos sistemas de climatização, custos de mão de obra qualificada e possíveis melhorias na infraestrutura do prédio.

Dos 89 entrevistados, 35 se recusariam a pagar qualquer valor destinado a esse serviço, pois atribuem a responsabilidade do gasto com esses serviços ao governo ou a universidade, visto que o LABOMAR é uma instituição pública.

O LABOMAR foi considerado um local-protesto devido ao grande número de pessoas que recusaram pagar qualquer valor por o mesmo ser uma instituição pública, o que provocou o viés estimativo de protesto, que ocorre quando as respostas podem ser encaradas como um protesto (SOUZA, 2006; COSTA *et al.*, 2015).

Este viés ocorreu, pois as pessoas consideram que seus impostos já funcionam como uma DAP, se elas pagam os impostos ao governo cabe ao mesmo utilizar esse dinheiro, entre outras funções, nas despesas com manutenção dos prédios públicos, como o LABOMAR.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os valores obtidos nas contagens, o prédio do LABOMAR encontra-se de acordo com os padrões estabelecidos por lei para contaminação fúngica.

Separadamente, todos os ambientes climatizados encontraram-se dentro do limite de 750 UFC/m<sup>3</sup> de fungos. Mas quanto a relação I/E um ponto apresentou valor acima do máximo permitido, a sala da Secretaria da Graduação apresentou o valor de 1,61, que indica que as taxas de renovação do ar nesse ponto são baixas, demonstrado através da amplificação dos contaminantes no ambiente interno comparado ao ambiente externo. Nesse mesmo ambiente foi isolada e identificada uma bactéria pertencente ao gênero *Legionella* que tem representantes patogênicos para humanos.

As contagens bacterianas foram, em sua maioria, superiores as contagens fúngicas, mas não é possível enquadrá-las em padrões referenciais nacionais, visto que a legislação brasileira não apresenta parâmetros para bactérias relacionando com qualidade do ar interior.

Com relação ao período, a abundância e diversidade microbianas foi menor durante o período de férias confirmando a atividade humana como uma fonte de bioaerossóis.

Entre as bactérias isoladas a predominância foi de Gram-positivas, representando mais de 90%. Os gêneros identificados foram: *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Tatumella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Klebsiella*, *Legionella* e Família das Enterobacteriaceae.

Entre os isolados de fungos, o gênero mais frequentemente encontrado foi *Aspergillus*, representando mais de 70% das estirpes identificadas. Também foram identificados os gêneros *Penicillium*, *Absidia*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Chrysosporium* e *Exophiala*. A maior frequência de usuários no prédio afetou de forma significativa a abundância e diversidade fúngica. É importante ressaltar que *Aspergillus*, *Fusarium* e *Exophiala* são gêneros de importância clínica reconhecida.

Na percepção dos usuários do prédio, a maioria (73%) dos entrevistados correlacionaram diretamente sintomas específicos com o tempo de permanência no prédio. Irritação na pele, secura na boca, nariz e garganta, dores de cabeça, cansaço, respiração ofegante, tosse e vertigem foram alguns dos mais citados pelos usuários.

Baseado na abundância e diversidade microbiana detectada e em características relacionadas ao prédio como idade, sistema de manutenção e número de usuários é possível estabelecer um panorama de SED que leva a uma condição de baixa qualidade de vida para os usuários dessa instituição.

Apesar de apresentar valores de contagens abaixo do máximo estabelecido por lei, foram encontradas nas dependências no ar interno do LABOMAR, duas estirpes, uma bacteriana e uma fúngica, pertencentes a gêneros reconhecidamente patógenos para humanos, *Legionella* e *Exophiala*, respectivamente.

Devido a capacidade de refrigeração do LABOMAR, deveria ter um técnico responsável pelo sistema de climatização e por implantar e disponibilizar um PMOC do mesmo, com dedicação exclusiva ao instituto.

Apesar da legislação nacional estabelecer padrões de QAI, a fiscalização de prédios, principalmente de instituições públicas, ainda é precária, sendo necessário um esforço a mais dos órgãos responsáveis tendo em vista a qualidade de vida e saúde dos ocupantes de prédios.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14679**: Sistemas de condicionamento de ar e ventilação - Execução de serviços de higienização. Rio de Janeiro, 2001.

ANDRADE, D. F. R. *et al.* Microbiota fúngica no ar em unidades de terapia intensiva e centros cirúrgicos. **Revista Prevenção de Infecção e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 63-70, 2015.

ARBEX, M. A. *et al.* A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal brasileiro de pneumologia**, v. 38, n. 5, p. 643-55, 2012.

AZEREDO, R. Resumo fatores de virulência nos fungos, 2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/110797166/Resumo-fatores-de-virulencia-nos-fungos#scribd>>. Acesso em: 24 jan. 2016.

BARTRAM, J. *et al.* **Legionella and the prevention of legionellosis**. World Health Organization, p. 2-3, 2007.

BOECHAT, J. L.; RIOS, J. L. Poluição de ambientes internos. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, v. 34, n. 3, p. 83-89, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). Art. 225, Capítulo VI Do Meio Ambiente. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, atualizada até a Emenda Constitucional nº 39, de 19 de dezembro de 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 27 jan. 2016.

BRASIL. **Ministério do Trabalho**: Norma Regulamentadora NR 9, de 30 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 1994. Seção 1, p. 241.

BRASIL. **Ministério da Saúde (MS)**: Resolução nº 3523, de 28 de agosto de 1998. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 ago. 1998. Seção 1, p. 40.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA -. **Detecção e Identificação dos Fungos de Importância Médica**. Módulo VII. ANVISA: Brasília. p 16. 2004a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA -. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde**. ANVISA: Brasília. p 9. 2004b.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**: Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 jan. 2003. Seção 1, p. 35.

CAMPBELL, C. K.; JOHNSON, E. M. **Identification of pathogenic fungi**. John Wiley & Sons, 2013. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=OltWkuxMWIYC&oi=fnd&pg=PT30&dq=identificacao+fungos+coton+blue&>>

ts=ZDPXIjERIY&sig=VJt-EuG1m54ckFB-j8Osf\_Xwxc#v=onepage&q&f=false >. Acesso em: 15 jan. 2016.

CARMO, A. T.; PRADO, R. T. A. *Qualidade do ar interno*. São Paulo: EPUSP, 1999.

COSTA, *et al.*, Respostas de protesto na disposição a pagar espontânea e induzida nas técnicas de lances livres e referendo pelo método de valoração contingente. *Biodiversidade*, v. 14, n. 1, p. 117-144, 2015.

DAVIS, S. *et al.* **Descriptions of medical fungi**. Mycology unit Women's and children's hospital. Adelaide, 2. ed. 2007.

ELLIS, D. **Exophiala sp.** Micologia Online. Universidade de Adelaide. Disponível em: < [http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal\\_Descriptions/Hyphomycetes\\_%28dematiaceou s%29/Exophiala/](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_%28dematiaceou s%29/Exophiala/)>. Acesso em: 25 jan. 2016.

EKBERG, L. E.; NIELSEN, J. B. **The Air Quality Laboratory at the Danish Building Research Institute**. Statens Byggeforskningsinstitut. Palm Springs, USA, 1995.

FERREIRA, Laurita Bravo. **Licenciamento ambiental e arborização urbana: estudos de caso do Município de São Paulo**. 2011. 202f. Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

FRAGA, S. *et al.* Qualidade do ar interior e sintomas respiratórios em escolas do Porto. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 14, n. 4, p. 487-507, 2008.

FRIBERG, B.; FRIBERG, S.; BURMAN, L. G. Correlation between surface and air counts of particles carrying aerobic bacteria in operating rooms with turbulent ventilation: an experimental study. **Journal of hospital infection**, v. 42, n. 1, p. 61-68, 1999a.

FRIBERG, B.; FRIBERG, S.; BURMAN, L. G. Inconsistent correlation between aerobic bacterial surface and air counts in operating rooms with ultra clean laminar air flows: proposal of a new bacteriological standard for surface contamination. **Journal of Hospital Infection**, v. 42, n. 4, p. 287-293, 1999b.

GOMES, A. B. O.; KUWAHARA, M. Y. Custos de Saúde Associados à Poluição do ar em Ambientes Internos: Possibilidades da Valoração Econômica Ambiental. **Jovens Pesquisadores-Mackenzie**, v. 5, n. 1, p. 75-97, 2010.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR (LABOMAR). Histórico do Instituto de Ciências do Mar. **Universidade Federal do Ceará (UFC)**. Disponível em: < [http://www.labomar.ufc.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=89&Itemid=54](http://www.labomar.ufc.br/index.php?option=com_content&task=view&id=89&Itemid=54)>. Acesso em: 28 jan. 2016.

JONES, A. P. Indoor air quality and health. **Atmospheric environment**, v. 33, n. 28, p. 4535-4564, 1999.

LEVINSON, W. **Microbiologia médica e imunologia**. 12. ed. McGraw Hill Brasil, 2014. cap. 47, p 373-389.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Artmed, 2010. cap. 34, p. 965.

MATOS, J.; BRANTES, J.; CUNHA, A. M. A. Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um Guia Técnico. **Agência Portuguesa do Ambiente**. Amadora, 2010.

MICOBREONLINE. **Catalase test: principle, uses, procedure and results**. S.L., 2013. Disponível em: < <http://microbeonline.com/catalase-test-principle-uses-procedure-results/>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

MORAIS, G. R. *et al.* Qualidade do ar interno em uma instituição de ensino superior brasileira. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 305-310, 2010.

MOTA, R. J. B. S. *et al.* Qualidade do ar interno no ambiente hospitalar: uma revisão integrativa. **Revista Saúde-UnG**, v. 8, n. 1-2, p. 44-52, 2014.

MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. Método da Valoração Contingente FGV Editora, p. 21-22. 2006.

NAPOLI, C.; MARCOTRIGIANO, V.; MONTAGNA, M. T. Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: a comparison between active and passive methods in operating theatres. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 594, 2012.

NEVALAINEN, A.; MORAWASKA, L. **Biological agents in indoor environments. Assessment of health risks**. Work conducted by a WHO expert Group between 2000-2003, 2009.

OLIVEIRA, L. D. C.; BORGES-PALUCH, L. R. Alergias respiratórias: uma revisão dos principais fungos anemófilos e fatores desencadeantes. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 39, n. 2, p. 426-441, 2015.

PASQUARELLA, C. *et al.* A mobile laminar airflow unit to reduce air bacterial contamination at surgical area in a conventionally ventilated operating theatre. **Journal of Hospital Infection**, v. 66, n. 4, p. 313-319, 2007.

PASQUARELLA, C.; PITZURRA, O.; SAVINO, A. The index of microbial air contamination. **Journal of hospital infection**, v. 46, n. 4, p. 241-256, 2000.

PEGAS, P. N. *et al.* **Indoor air quality in elementary schools of Lisbon in spring. Environmental geochemistry and health**, v. 33, n. 5, p. 455-468, 2011.

PEREIRA, J. G. *et al.* Análise de fungos anemófilos em hospital da cidade de Ariquemes, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 4, n. 1, p. 18-22. 2014.

PORTUGAL. **Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações**: Decreto-Lei nº 79, de 4 de abril de 2006. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). **Diário da República — I SÉRIE-A**, nº 67, p. 2421.

REDE BRASILEIRA DE FUNGOS MELANIZADOS. **Feohifomicose**. Disponível em: < <http://www.prppg.ufpr.br/redefungos/feohifomicose.html>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

RIBEIRO, E. L. Fungos na biodeterioração de livros em ambientes bibliotecários nos últimos 35 anos (1977–2012). **RBBB. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 9, n. 1, p. 17-27, 2013.

SANGUESSUGA, Marta Sofia G. **Síndrome dos edifícios doentes: estudo da qualidade do ar interior e despiste da eventual existência de SED entre a população do edifício “E” de um estabelecimento de ensino superior**, 2012. 83f. Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. 2012.

SANTOS, D. R. **Bioprospeção e avaliação do potencial biotecnológico de bactérias degradadoras de agrotóxicos isoladas do rio Pacotí- Ce**, 2013. 57f. Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013.

SCHIRMER, W. N. *et al.* A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3583-3590, 2011.

SOLA, X. G. Calidad del aire interior. Riesgos Generales. **Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo**. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. v. 1, p. 44.1-44.33, 1998.

SOTO, T. P. *et al.* Indoor airborne microbial load in a Spanish university (University of Murcia, Spain). In: **Anales de biología**. Facultad de Biología v. 31, p. 109-116. 2009.

SOUZA, A. E. F.; FARIAS, M. A. A. Fungos contaminantes de ambientes compartilhados por acadêmicos do centro de ciências agrárias da universidade federal da paraíba, Areia-PB. **Revista de Biologia e Farmácia**. Campina Grande, 2013.

SOUZA, P. M. S.; ANDRADE, S. L.; LIMA, A. F. Pesquisa, isolamento e identificação de fungos anemófilos em restaurantes self-service do centro de Maceió/Al. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-FITS**, v. 1, n. 3, p. 147-154, 2013.

SOUZA, R. F. P. A competitividade das empresas e a questão ambiental: a valoração econômica dos ativos ambientais. **XIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil**, v. 6, 2006.

SPAUL, W. A. Building-related factors to consider in indoor air quality evaluations. **Journal of allergy and clinical immunology**, v. 94, n. 2, p. 385-389, 1994.

STALEY, J. T. *et al.* **Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology: The Proteobacteria**. 2th ed. New York: Springer, 2005. v. 2, part B, 1388p.

TANG, J. W. The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. **Journal of the Royal Society Interface**, p. rsif20090227, 2009.

TOMÉ, R.; MARQUES, G. **Atlas Micologia**. Grupo de Estudo de Micologia Médica. Disponível em: <<http://atlasmicologia.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Artmed, 2012. cap. 3, p. 69-70, cap 14, 400-403.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality. Report n: EPA-402-K-93-007, 1995. Disponível em: <<http://www.epa.gov/en/Safety-Education/Safety-Guides/Home/The-Inside-Story-A-Guide-to-Indoor-Air-Quality/>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Indoor Air Quality: Organic Pollutants. **EURO Reports and Studies**, n. 111. Copenhagen, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen p.484, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); Scovronick, N. **Reducing global health risks through mitigation of short-lived climate pollutants**. Scoping report for policymakers, p.148, 2015.

ZIEHE, E. M. *et al.* Determinação da contaminação fúngica do ar em Creches Públicas do Rio de Janeiro/RJ. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 2, n. 1, p. 51-56, 2014.

## APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

### QUESTIONÁRIO

#### QUALIDADE DO AR INTERIOR DO LABOMAR

Caro respondente,

Você está participando de um projeto de pesquisa de graduação em Ciências Ambientais do LABOMAR (UFC), que tem como finalidade valorar a qualidade do ar do LABOMAR. Sua ajuda é de fundamental importância. Responda o questionário da forma mais sincera. Não é necessário se identificar.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Horário: \_\_\_:\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

#### AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA

1. Idade: \_\_\_\_\_ 2. Gênero:   (   ) Masculino                      (   ) Feminino

3. Estado Civil:

(   ) Solteiro (a)   (   ) Casado (a)   (   ) Outro: \_\_\_\_\_

4. Escolaridade:

Nível	Analfabeto	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Superior	Mestrado	Doutorado
Incompleto						
Completo						

5. Renda Mensal (Salário Mínimo):

Menos que 1 (   )	Entre 2 – 3 (   )	Entre 4 – 5 (   )	Entre 6 – 7 (   )	Entre 8 – 9 (   )
Entre 1 – 2 (   )	Entre 3 – 4 (   )	Entre 5 – 6 (   )	Entre 7 – 8 (   )	Mais que 9 (   )

7. Tempo de Trabalho ou tempo que frequenta o Labomar: \_\_\_\_\_ anos.

6. Qual é a sua ocupação no LABOMAR?

Docente (   )	Técnico de Laboratório (   )	Técnico Administrativo (   )	Estudante (   )	Zelador (   )	Visitante (   )	Outro (   )
------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------	--------------------	----------------

#### CARACTERÍSTICAS DE USO

7. O seu ambiente de trabalho é:

Agradável Sim (   ) Não (   )	Privativo Sim (   ) Não (   )	Silencioso Sim (   ) Não (   )	Claro Sim (   ) Não (   )	Espaçoso Sim (   ) Não (   )	Ventilado Sim (   ) Não (   )
-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

7. Nos dias em que frequenta o LABOMAR, quanto tempo passa no prédio? \_\_\_ horas.

9. Quais ambientes costuma frequentar no LABOMAR?

Sala de Aula ( )	Biblioteca ( )	Corredores ( )	Escritórios ( )	Laboratórios ( )	Outros ( )
------------------	----------------	----------------	-----------------	------------------	------------

10. Quantas pessoas frequentam o seu ambiente de trabalho? \_\_\_\_\_

11. Considera importante os sistemas de purificação de ar ou manutenções frequentes dos sistemas de climatização para melhorar a qualidade do ar interno do LABOMAR?

( ) Sim ( ) Não

12. Sabendo que 1 é muito ruim e 5 muito bom, que nota de 1 a 5 daria a:

Limpeza ( )	Infra-Estrutura ( )	Climatização ( )	Manutenção do aparelho de ar condicionado ( )	Troca de ar ( )	Espaços ao ar livre ( )	Arborização ( )
-------------	---------------------	------------------	---	-----------------	-------------------------	-----------------

13. Você tem interesse em temas relacionados à qualidade do ar interior do LABOMAR?

Sim ( ) Não ( )

#### **CARACTERÍSTICAS DE SAÚDE DO USUÁRIO**

14. Fumante? Sim ( ) Quantos cigarros por dia? \_\_\_\_\_ Não ( )

15. Possui algum tipo de doença Cardiorrespiratória?

Sim ( ) Qual? \_\_\_\_\_ Não ( )

16. Depois de permanecer períodos do dia nas dependências do LABOMAR, sente algum (uns) dos sintomas abaixo?

Irritação na pele ( )	Secura da boca, nariz e garganta ( )	Dores de cabeça ( )	Cansaço ( )	Respiração ofegante ( )	Tosse ( )	Vertigem ( )	Nenhum dos sintomas ( )
-----------------------	--------------------------------------	---------------------	-------------	-------------------------	-----------	--------------	-------------------------

17. Depois de um período afastado do prédio do LABOMAR, continua com os sintomas?

Sim ( ) Não ( )

#### **DISPOSIÇÃO A PAGAR**

18. Diante dos efeitos adversos à saúde de um ar de baixa qualidade em ambientes internos, quanto você estaria disposto a pagar por mês para melhorar a qualidade do ar interno do LABOMAR

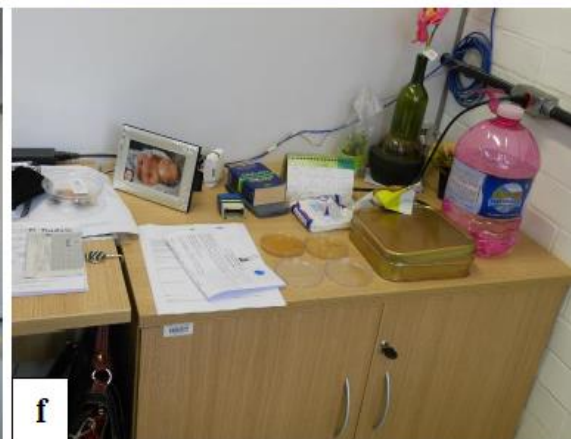
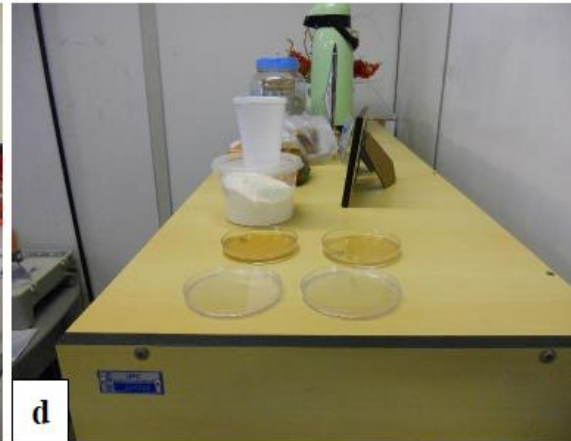
R\$ \_\_\_\_\_

Motivo: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS

### Pontos de Coleta

Fotografias das placas de petri contendo os meios de cultura PCA e ADB expostas nos pontos de coleta.



a – Biblioteca; b – Sala de Aula 1; c – Secretaria da Graduação; d – Diretoria do Instituto; e, f – Gabinete dos Professores (LOF).



Fotografias das placas de petri contendo os meio de cultura PCA e ADB expostas nos pontos de coleta.



g, h – Depósito; i, j – Estacionamento, próximo à avenida; k – Estacionamento, porta de entrada no prédio; l – Laboratório de Histopatologia; m – Laboratório de Microbiologia; n – Centro Acadêmico.