



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

JOSIANY COSTA DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL E DA CONTAMINAÇÃO FÚNGICA
EM AMBIENTES HOSPITALARES NA CIDADE DE FORTALEZA, CEARÁ

FORTALEZA

2020

JOSIANY COSTA DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL E DA CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM
AMBIENTES HOSPITALARES NA CIDADE DE FORTALEZA, CEARÁ

Dissertação apresentada a Coordenação do Curso de Mestrado Acadêmico em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo dos Santos Araújo.

Coorientadora: Profa. Dra. Lydia Dayanne Maia Pantoja.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S729a Souza, Josiany Costa de.
Avaliação do conforto ambiental e da contaminação fúngica em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará / Josiany Costa de Souza. - 2020.
120 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental, Campus Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Rinaldo dos Santos Araújo.
Coorientação: Prof. Dr. Lydia Dayanne Maia Pantoja.
1. Qualidade do Ar Interior. 2. Conforto Ambiental. 3. Fungos Anemófilos. 4. Hospitais. 5. Micoses. I.
Titulo.

CDD 628



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 , - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

AVALIAÇÃO

Processo: 23256.006225/2020-25

Interessado: CPGTGA-FOR

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSIANY COSTA DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL E DA CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM AMBIENTES HOSPITALARES NA CIDADE DE FORTALEZA, CEARÁ

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental. Área de concentração: Gestão e Saneamento Ambiental.

Aprovada em: 11/06/2020



Documento assinado eletronicamente por **LYDIA DAYANNE MAIA PANTOJA, Usuário Externo**, em 15/06/2020, às 11:30, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ari clecius Clecius Alves de Lima, Usuário Externo**, em 15/06/2020, às 11:49, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rinaldo dos Santos Araujo, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 16/06/2020, às 16:35, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **1742929** e o código CRC **046063FE**.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e aos meus pais: Jozilene Costa e Roberto Souza, que me apoiaram e me incentivaram a continuar lutando.

As minhas irmãs: Roberta Costa, Stefany Costa e Sarah Costa pelo carinho e compreensão.

Aos meus orientadores: Prof. Dr. Rinaldo Araújo e Profa. Dra. Lydia Dayanne Maia Pantoja pela paciência, apoio, dedicação e amizade.

Aos meus amigos e amigas: Jessica Rocha, Lara Nascimento, Sannara Bandeira, Emanuel Jessé, Diego Oliveira, Marlon Café, Leticia Santana, Emanuele Pinto, Kauê Mendes, Nikaele Lopes e Maisa Costa pela amizade, paciência, companheirismo e ajuda no decorrer desses anos. Feliz pelos ótimos momentos que vivenciamos e as coisas novas que aprendi com vocês.

Ao meu amigo Marcos Adelino pela ajuda, paciência, companheirismo e cumplicidade.

A Lucas Farias pela amizade e por sempre transmitir a benevolência de que tudo vai dar certo na vida e que cabe a cada um ter a paciência necessária.

Aos colegas de mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Campus Fortaleza que me apoiaram e por sempre compartilharem bons momentos comigo.

A Prefeitura de Fortaleza pela liberação dos ambientes hospitalares para a realização deste estudo científico.

Aos funcionários das Unidades Hospitalares estudadas pela contribuição dada a realização deste trabalho de pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e ao Programa de Pós Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental pela capacitação e conhecimento a mim transferidos durante esse período.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo necessária ao desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

A qualidade do ar interior e o conforto ambiental são fatores críticos que influenciam diretamente na saúde e bem-estar das pessoas. A Organização Mundial de Saúde relata números crescentes de mortes associadas à qualidade do ar. O ar contaminado é um fator preocupante em ambientes fechados e climatizados quando se consideram elevados os períodos de ocupação das pessoas nestes espaços. Diante disso, este trabalho avaliou o conforto ambiental e a contaminação fúngica no ar interior em unidades hospitalares com diferentes complexidades de atendimento no município de Fortaleza, Ceará. Experimentalmente foram monitorados os parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar, CO₂ e concentração de fungos anemófilos entre os meses de agosto de 2018 a maio de 2019 em unidades hospitalares de níveis primário e terciário de assistência à saúde. As amostragens foram executadas em áreas críticas e semicríticas e no ambiente exterior das unidades hospitalares. A contagem e identificação dos gêneros/espécies fúngicos foi realizada após incubação por até 7 dias a temperatura de 25°C. Os resultados obtidos para avaliação do conforto ambiental na estação seca para o parâmetro de temperatura em ambas as unidades hospitalares mostrou 52% de desconformidade. Para a umidade relativa do ar a análise global nas duas unidades hospitalares investigadas apresentou 22% das coletas em desconformidade, enquanto para as concentrações de CO₂ o valor foi de 32%. Particularmente, na estação chuvosa foram encontradas desconformidades de 50%, 29% e 38% respectivamente para os parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar e concentrações de CO₂. Na avaliação da presença fúngica nas unidades hospitalares primária e terciária foi observado que o quantitativo de bioaerossóis em todos os ambientes investigados apresentou-se dentro do limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (≤ 750 UFC/m³). A identificação fúngica na unidade hospitalar primária apresentou maiores incidências na estação seca para os gêneros: *Aspergillus* (100%), *Penicillium* (100%) e *Mucor* (70%), enquanto na chuvosa predominaram os gêneros *Aspergillus* (100%), *Penicillium* (83%) e *Fusarium* (50%). Na unidade hospitalar terciária durante a estação seca os gêneros mais frequentes foram o *Aspergillus* (83%) e o *Penicillium* (100%) e na estação chuvosa o *Aspergillus* (66%), o *Penicillium* (100%), o *Scopulariopsis* (50%), o *Fusarium* (50%) e o *Mucor* (50%). O perfil de micoses associado aos fungos identificados mostrou que a tendência de infecções de maior frequência se relaciona às micoses sistêmicas apresentando ocorrências superiores a 75% nas áreas analisadas. Uma análise de similaridade estatística na unidade hospitalar primária mostrou a formação de sete grupos similares de gêneros fúngicos, enquanto na unidade hospitalar terciária apenas cinco gêneros apresentam ocorrência similar. Em geral, os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* ocorrem simultaneamente em todos os ambientes hospitalares avaliados. Os testes estatísticos mostraram uma alta correlação de Pearson ($r = 0,885$) entre o quantitativo fúngico nas áreas crítica e semicrítica na unidade hospitalar primária na estação climática seca. Os resultados encontrados neste estudo sugerem a necessidade de uma reformulação da legislação nacional quanto a presença de fungos no ar interior de ambientes hospitalares incluindo o estabelecimento de uma frequência temporal de monitoramento e a definição de um valor mais restritivo para a concentração (UFC/m³) destes microrganismos.

Palavras-chaves: Qualidade do Ar Interior, Conforto Ambiental, Fungos Anemófilos, Hospitais, Micoses, Legislação.

ABSTRACT

Indoor air quality and environmental comfort are critical factors that directly influence people's health and well-being. The World Health Organization reports increasing numbers of deaths associated with air quality, which is even more worrying in closed and air-conditioned environments, considering the high levels of occupational permanence of people in these spaces. Therefore, this study evaluated environmental comfort and fungal contamination in indoor air in hospital units with different service complexities in the city of Fortaleza, Ceará. Experimentally, the parameters of temperature, relative humidity, CO₂ and anemophilic fungi were monitored between the months of August 2018 and May 2019 in hospital units of primary and tertiary levels of care. Sampling was performed in critical and semi-critical areas and in the outdoor environment of hospital units. Counting and identification of fungal genera/species was performed after incubation for up to 7 days at 25 °C. The results obtained for the assessment of environmental comfort in the dry season for the temperature parameter in both hospital units showed 52% of non-conformity in the total collections performed. For the relative humidity of the air the global analysis in the two hospital units investigated, presented 22% of the collections in non-conformity. For CO₂ concentrations the value of irregularities was 32%. This same analysis in the rainy season showed 50% of non-conformities in the two hospital units. For relative humidity and CO₂, the nonconformity values for were 29% and 38%, respectively. In assessing the fungal presence in primary and tertiary hospital units, it was observed that the amount of bioaerosols in all investigated environments was lower than the limit established by the Brazilian Health Surveillance Agency (≤ 750 CFU/m³). Fungal identification in the primary hospital unit had higher incidences in the dry season of the genera: *Aspergillus* (100%), *Penicillium* (100%) and *Mucor* (70%), while in the rainy season, the genera *Aspergillus* (100%), *Penicillium* (83%) and *Fusarium* (50%). In the tertiary hospital unit during the dry season the most frequent genera were *Aspergillus* (83%) and *Penicillium* (100%) and in the rainy season *Aspergillus* (66%), *Penicillium* (100%), *Scopulariopsis* (50%), *Fusarium* (50%) and *Mucor* (50%). The profile of mycoses associated with the identified fungi showed that the tendency for infections with higher frequency is related to systemic mycoses, with occurrences greater than 75% in the analyzed areas. The analysis of statistical similarity in the primary hospital unit showed the formation of seven similar groups of fungal genera, while in the tertiary hospital unit five genera have a similar occurrence. In general, the genera *Aspergillus* and *Penicillium* occur simultaneously in all evaluated hospital environments. Statistical tests also showed high Pearson correlations between the fungal quantity in the critical and semi-critical areas in both hospital units during the dry and rainy seasons. The results found in this study suggest the need to reformulate national legislation regarding the presence of fungi in indoor air in hospital environments including the establishment of a temporal monitoring frequency and the definition of a more restrictive value for the concentration (UFC/m³) of these microorganisms.

Keywords: Indoor Air Quality, Environmental Comfort, Anemophilous Fungi, Hospitals, Mycoses, Legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa dos bairros da cidade de Fortaleza indicando as duas unidades hospitalares em estudo (pontos em vermelho e verde).....	39
Figura 2	– Desenho esquemático da rotina de amostragem durante a estação seca nas unidades hospitalares em estudo.....	42
Figura 3	– Desenho esquemático da rotina de amostragem durante a estação chuvosa nas unidades hospitalares em estudo.....	45
Figura 4	– Aparatos instrumentais usados no monitoramento do conforto ambiental e da contaminação com fungos anemófilos nos diferentes setores das unidades hospitalares em estudo.....	47
Figura 5	– Sequência de imagens do processo de identificação das amostras fúngicas coletadas nas unidades hospitalares em estudo.....	49
Figura 6	– Perfis (médias) de temperaturas, umidade relativa do ar e CO ₂ nas diferentes áreas de atendimento das unidades hospitalares em estudo durante a estação seca na cidade de Fortaleza, Ceará.....	51
Figura 7	– Perfis (médias) temperaturas, umidade relativa do ar e CO ₂ (médias) nas diferentes áreas de atendimento das unidades hospitalares em estudo durante a estação chuvosa na cidade de Fortaleza.....	57
Figura 8	– Perfis de concentrações fúngicas nas diferentes áreas de atendimento das unidades hospitalares em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	61
Figura 9	– Dendograma das concentrações fúngicas nas áreas monitoradas durante a estação seca e chuvosa na unidade hospitalar primária cidade de Fortaleza, Ceará.	65
Figura 10	– Dendograma da diversidade fúngica na unidade hospitalar primária em estudo durante a estação seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	69
Figura 11	– Perfis de concentrações fúngicas nas diferentes áreas de atendimento de uma unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	73
Figura 12	– Dendograma de similaridade entre concentrações fúngicas nas áreas monitoradas durante a estação seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária da cidade de Fortaleza, Ceará.....	76

Figura 13 – Dendograma da diversidade fúngica na unidade hospitalar terciária em estudo durante a estação seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará..... 80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Principais poluentes atmosféricos produzidos através da atividade humana..	20
Quadro 2	– Regra geral para interpretação do tamanho de um coeficiente de correlação.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Padrões de conforto ambiental e de qualidade do ar interior segundo diversas legislações nacionais e internacionais.....	25
Tabela 2	– Caracterização dos ambientes de estudo nas duas unidades hospitalares investigadas.....	41
Tabela 3	– Programação das amostragens realizadas nos ambientes hospitalares em estudo durante o período seco na cidade de Fortaleza, Ceará.....	43
Tabela 4	– Programação das amostragens realizadas nos ambientes hospitalares em estudo durante o período chuvoso na cidade de Fortaleza, Ceará.....	45
Tabela 5	– Comparativo dos parâmetros de conforto ambiental nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar primária.....	60
Tabela 6	– Comparativo dos parâmetros de conforto ambiental nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária.....	60
Tabela 7	– Quantitativo fúngico nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar primária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	62
Tabela 8	– Perfil de identificação e caracterização de coletas fúngica da unidade hospitalar primária em estudo durante as estações seca e chuvosa com suas respectivas porcentagens na cidade de Fortaleza, Ceará.....	66
Tabela 9	– Distribuição/Frequência dos tipos de micoses que poderiam vir acontecer nos ambientes interiores com base na presença de seus agentes etiológicos monitorados na unidade hospitalar primária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	67
Tabela 10	– Quantitativo fúngico nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	74
Tabela 11	– Perfil de identificação fúngica na unidade hospitalar terciária durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	77

Tabela 12	– Distribuição/Frequência dos tipos de micoses que poderiam vir acontecer nos ambientes interiores com base na presença de seus agentes etiológicos monitorados na unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.....	78
Tabela 13	– Distribuição de quantitativo fúngico nas unidades hospitalares primária e terciária em estudo na cidade de Fortaleza, Ceará.	83
Tabela 14	– Coeficientes de Pearson (r) para parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar primária.....	85
Tabela 15	– Coeficientes de Pearson (r) para parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária.....	85
Tabela 16	– Análise da significância ($p < 0,05$) para os parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas áreas de atendimento das unidades hospitalares primária e terciária na cidade de Fortaleza, Ceará.....	86

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASHRAE	Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado
AC	Área Crítica
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COVS	Compostos Orgânicos Voláteis
COVT	Compostos Orgânicos Voláteis Totais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DP	Desvio Padrão
EXT:	Externo
E/I	Externo/Interno
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
HIV	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
MP	Material Particulado
MP ₁₀	Material Particulado com até 10 µm de diâmetro aerodinâmico
MP _{2,5}	Material Particulado com até 2,5 µm de diâmetro aerodinâmico
MS	Ministério da Saúde
NC	Não crítica
OMS	Organização Mundial da Saúde
PF	Padrão de Qualidade do Ar Final
PRONAR	Programa Nacional de Controle do Ar
QA	Qualidade do Ar
QAI	Qualidade do Ar Interior
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular
PI	Padrão de Qualidade do Ar Intermediário
<i>r</i>	Coeficientes de Pearson
SC	Semicrítica
SED	Síndrome do Edifício Doente
SUS	Sistema Único de Saúde
UR	Umidade Relativa do Ar

UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UBS	Unidades Básica de Saúde
UPA	Unidade de Pronto Atendimento Hospitalar
UPGMA	Método de Grupo de Pares Não Ponderados com Média Aritmética
WHO	Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Geral.....	19
2.2	Específicos.....	19
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
3.1	Poluição do Ar.....	20
3.1.1	<i>Qualidade do Ar Interior</i>	21
3.1.2	<i>Legislação da Qualidade do Ar</i>	22
3.2	Aerobiologia.....	26
3.2.1	<i>Síndrome dos Edifícios Doentes</i>	26
3.3	Ambientes Hospitalares e QAI.....	28
3.4	Conforto Ambiental	30
3.5	Fungos.....	31
3.5.1	<i>Fungos Anemófilos e QAI</i>	32
3.5.2	<i>Micoses Fúngicas</i>	33
3.6	Estado da Arte da Qualidade do Ar em Ambientes Hospitalares.....	35
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	Tipologia da Pesquisa.....	39
4.2	Caracterização das Áreas de Estudo.....	39
4.3	Amostragem.....	41
4.4	Monitoramento dos Parâmetros de Conforto Ambiental.....	46
4.5	Avaliação do Monitoramento Fúngico.....	47
4.5.1	<i>Coleta e Quantificação Fúngica</i>	47
4.5.2	<i>Identificação Fúngica</i>	48
4.6	Análise dos Dados.....	49
4.7	Aspectos Éticos.....	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1	Avaliação do Conforto Ambiental.....	51
5.1.1	<i>Estação Seca</i>	51
5.1.1.1	<i>Avaliação dos Parâmetros de Conforto Ambiental</i>	51
5.1.2	<i>Estação Chuvosa</i>	56

5.2	Avaliação da Contaminação Fúngica.....	61
5.2.1	<i>Unidade Hospitalar Primária: Estações Seca e Chuvosa.....</i>	61
5.2.2	<i>Unidade Hospitalar Terciária: Estações Seca e Chuvosa.....</i>	73
5.3	Análises de Correlação	84
6	CONCLUSÕES.....	88
7	PESPECTIVAS FUTURAS.....	90
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICES.....	109
	ANEXOS.....	118

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do ar é objeto de estudos científicos desde a Revolução Industrial (CORTE, 2018). A Organização Mundial de Saúde (OMS) relatou em 2016 que em média a cada ano morrem 7 milhões de pessoas decorrente de doenças associadas a poluição do ar. Além disso, registra-se que 570.000 crianças menores de 5 anos morrem por doenças relacionadas a quadros de infecções respiratórias agravados pela má qualidade do ar (WHO, 2016).

Estima-se que em média 15 milhões de bebês nascem prematuros e que cerca de 1 milhão desses morrem por complicações hospitalares. A OMS afirma ainda que os partos prematuros podem ter relação com a poluição do ar, estando a maior parte dos mesmos com ocorrência no sul e leste da Ásia (WHO, 2018). Estudos relatam que em média 14% dos gastos globais totais de tratamento a saúde são usados com assistência médica a doenças associadas à poluição (PREKER *et al.*, 2016).

Dessa forma, o ar é um meio onde é possível encontrar contaminantes tanto de origem química como biológica, tendo isso como consequência, um aumento de doenças, principalmente aquelas associadas ao sistema respiratório (FAKHOURY, 2017).

Nesse interim, a OMS desde a data da sua primeira resolução em 1952 traz relatórios sobre poluição atmosférica (WHO, 2017), estabelecendo padrões de qualidade que são referenciais para o mundo todo.

A OMS relata que a problemática da qualidade do ar é de natureza global e provocada por diversos fatores, destacando-se a poluição atmosférica, a qual afeta países com alto ou baixo grau de desenvolvimento social ou econômico. Além disso, relata-se que a poluição do ar, intensifica o agravamento de diversos casos de doenças cardiovasculares, principalmente em pessoas com sistema imunossuprimido (WHO, 2018).

No Brasil, os padrões de Qualidade do Ar Interior (QAI) são definidos pela resolução da ANVISA Nº 09 de 2003 do Ministério da Saúde (MS), que estabelece como referência de ar, para parâmetros de aerodispersóides totais, temperatura, umidade relativa do ar, CO₂ e fungos anemófilos para ambientes climatizados artificialmente e de uso público e coletivo.

Esses parâmetros podem interferir de maneira direta e indireta na qualidade do ar *indoor* de diferentes locais, provocando alteração no conforto ambiental de tais áreas dos mesmos resultando em desconfortos ocupacionais, térmicos, entre outros. Visto que para alguns ambientes como hospitais isso reflete na condição de pacientes.

Neste contexto, a QAI pode ser associada a quadros sintomáticos de irritações sofridas pelos ocupantes dos ambientes, sintomas esses que são associados à chamada Síndrome do Edifício Doente - SED (NUNES, 2018; CHUNG-YEN *et al.*, 2018).

A relação deste cenário com a presença de microrganismos é óbvia e os fungos se destacam por terem como seu principal meio dispersor o ar atmosférico (LOBATO, 2009; ABASSI; SAMAEI, 2018; GARCIA *et al.*, 2019). Notadamente, os fungos mais relevantes citados na literatura relacionados à qualidade do ar e associados à saúde são: o *Aspergillus fumigatus*, o *A. flavus*, o *A. terreus*, o *A. niger* e o *A. versicolor* (ARRUK, 2011, HUPFFER *et al.*, 2017; ASIF *et al.*, 2018).

Quando se cita a qualidade do ar em ambientes de saúde no Brasil é preciso compreender a divisão dos níveis de atenção de saúde estabelecida pelo Ministério da Saúde (MS), o qual divide o Sistema Único de Saúde (SUS) em níveis, categorizados como: primário (atendimento de menor complexidade), secundário (de pronto atendimento) e terciário (de maior complexidade) (BRASIL, 2011).

Nessa classificação cada grupo possui suas particularidades e atuam dentro do atendimento às urgências médicas de acordo com categoria e capacidade determinada pela Portaria N° 3.012 de dezembro de 2009, que caracteriza as áreas de atendimento como: críticas, semicríticas e não críticas em ambientes hospitalares (BRASIL, 2009).

Nesse sentido a condição hospitalar é de importância para estudos de qualidade do ar interno, nesses locais são encontrados pessoas de diferentes neoplasias (RODRIGUES; PEREIRA, 2018). Além disso, esses estabelecimentos buscam isolamento do meio exterior com a finalidade de se ter uma menor contaminação ao meio interno. Nesse espectro a qualidade do ar pode influenciar no tratamento das pessoas que frequentam esses locais e a constituição do que compõem o ar desses ambientes é de alta relevância para conhecimento dos ocupantes (ANVISA, 2003; RODRIGUES; PEREIRA, 2013).

Notadamente não se encontram na literatura muitos estudos sobre os efeitos da qualidade do ar interior em unidades hospitalares de atenção do tipo primários e secundários no Brasil, ficando a maior parte dos relatos técnicos restrita aos hospitais de nível terciário. Nota-se que a preocupação com a qualidade do ar nesses ambientes cresceu demasiadamente em âmbito mundial, tornando-se uma demanda em hospitais, A presença de usuários mais suscetíveis as infecções podendo ressaltar as de origem fúngica tendo como temática de alta relevância e merecedor de estudos nos mais variados níveis hospitalares.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o conforto ambiental e a contaminação fúngica na atmosfera interior de unidades hospitalares com diferentes níveis de atendimento na cidade de Fortaleza, Ceará.

2.2 Específicos

- Caracterizar o conforto ambiental em áreas de atendimentos semicríticas e críticas nos ambientes hospitalares em estudo.
- Monitorar os fungos anemófilos de unidades hospitalares primária e terciária no município de Fortaleza visando estabelecer as reais condições do ar interior nestes ambientes de saúde.
- Realizar correlações estatísticas entre os parâmetros de conforto ambiental e de contaminação fúngica.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O referencial teórico do trabalho foi escrito em tópicos relacionados a poluição atmosférica, qualidade do ar interior, legislação ambiental, aerobiologia, síndrome dos edifícios doentes e aspectos ambientais relacionados as unidades hospitalares.

3.1 Poluição do Ar

Atualmente, a poluição atmosférica é citada como um dos principais problemas que afeta a saúde humana, sendo as áreas urbanas os locais com maior incidência de poluentes atmosféricos (WHO, 2016; BURNETT *et al.*, 2014; MUNZEL *et al.*, 2018; YU *et al.*, 2018).

Um estudo de carga global de doenças apontou que 52 mil mortes relacionadas à exposição à poluição foram contabilizadas no Brasil em 2015, e em 2016 esse número aumentou para 66 mil óbitos (COHEN *et al.*, 2017; WHO, 2018).

Nesse contexto, os poluentes atmosféricos podem ser classificados em primários, quando emitidos diretamente para atmosfera, e secundários, quando formados a partir de reações químicas entre os poluentes primários (ARBEX *et al.*, 2012).

No Quadro 1 são apresentados os principais poluentes atmosféricos e suas fontes.

Quadro 1 – Principais poluentes atmosféricos produzidos através da atividade humana.

Poluente	Fonte
Primário	
SO ₂	Emitido pela queima de carvão e petróleo
NO _x	Emitido na combustão a alta temperatura
CO	Produzido na combustão incompleta de combustíveis como gás natural, o carvão ou a madeira. O escape veicular é uma fonte importante de CO
CO ₂	Emitido em processos de combustão e relaciona-se ao efeito estufa
Material particulado	Produzido por processos de erosão, suspensão do solo ou de combustão
NH ₃	Emitida a partir de processos agrícolas e em veículos automotivos pesados
Secundário	
O ₃	Formado na presença de luz solar a partir da reação química induzida pela oxidação fotoquímica dos NO _x e compostos orgânicos voláteis (COV).

Fonte: Adaptado de Perez; Rappa e Kunzli (2010).

Em um contexto ambiental, observa-se que os poluentes têm uma relação direta com a própria formação do planeta. Notadamente, os gases oriundos de atividades naturais como erupção de vulcões ajudaram na transformação da atmosfera terrestre original, inserindo no ambiente espécies como o CO₂ e o SO₂ (MURTA; LOPES, 2005; CAVALCANTI, 2010).

Remetendo aos dias de hoje, os gases poluentes são em sua maior proporção liberados por vias direta e indireta da ação humana, principalmente através da queima de combustíveis (CARVALHO, 2011; EEA, 2013), bem como a partir do lançamento de compostos químicos oriundos de atividades industriais.

O lançamento de gases na atmosfera só veio ganhar mais destaque durante o século XX com a intensificação do processo de globalização, quando os elevados números de veículos automotivos expandiram em escala alarmante as emissões de fumaças, trazendo problemas adversos à saúde humana (RUSSO, 2010; CLESAR *et al.*, 2013; WHO, 2018; ALVANCHI *et al.*, 2019).

3.1.1 Qualidade do Ar Interior

O termo “Qualidade do Ar Interior” (QAI) começou a ser mais difundido por volta da década de 1970, em decorrência de ser nesta época o início das construções de imóveis com espaçamento para circulação do ar interno e com maior vedação dos ambientes visando redução nos gastos, conservação e manutenção dos bens energéticos (BRINCKUS; AQUINO NETO, 1999; SCHIRMER *et al.*, 2011; PINHEIRO, 2017).

A QAI é um assunto de grande relevância para saúde pública em função das pessoas permanecerem mais tempo em ambientes com pouca renovação de ar, podendo ficar sujeitas a quadros alérgicos e doenças associadas a esta ocupação (FAKHOURY, 2017).

Adicionalmente, prédios construídos com uma selagem mais eficiente acabam utilizando materiais que liberam componentes químicos agressivos, provocando problemas de saúde a médio e longo prazo aos ocupantes (PINHEIRO, 2017; FAKHOURY, 2017).

O termo QAI de acordo com a ANVISA (2003) é um tipo de estado em que o ar do interior de um local resulta de um processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.

A QAI é um campo de estudo tratado por áreas diversas das engenharias e da saúde, envolvendo o monitoramento de ambientes fechados e a determinação dos principais

contaminantes dos mesmos, constituindo condição para qualidade de vida, conforto e produtividade no trabalho (SILVA, 2010; ROTTAVA, 2019).

Respirar um ar sem contaminação é considerado um dos fatores que determinam uma qualidade de vida saudável, visto que a maioria das pessoas passa a maior parte de seu tempo em ambientes fechados (FERNANDES, 2015).

É notório que na maioria das vezes a QAI é muito pior do que a qualidade do ar exterior (SIMÃO, 2018), em decorrência da falta de manutenção dos equipamentos de refrigeração e/ou do próprio ambiente contaminado, determinando o acúmulo e proliferação de diversos contaminantes no ar de origem física, química e biológica como por exemplo, COV, fungos, bactérias e vírus (GIODA; AQUINO NETO, 2003; AZUMA *et al.*, 2016; AQUINO *et al.*, 2018).

A QAI passa por constantes alterações, em decorrência da natureza dos materiais orgânicos e não orgânicos que se pode encontrar no ar, e para estudar as problemáticas relacionadas a essa temática, é necessário o conhecimento das concentrações dos poluentes dispersos no ar, sendo importante analisar como estes determinam danos à saúde.

Em geral, a infraestrutura do ambiente envolvendo os equipamentos de ventilação, sistemas de refrigeração, entradas e saídas de ar, o conhecimento das fontes de emissão e o destino final dos poluentes são de grande relevância para determinar a QAI (BRICKUS; AQUINO NETO, 1999; STEINEMANN; WARGOCKI; RISMANCHI, 2017).

3.1.2 Legislação de Qualidade do Ar

A caráter internacional quanto a legislação em relação da qualidade do ar interior, em 1973, a American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) relacionou padrões e normativas sobre ventilação, divulgando a 1ª resolução internacional sobre o tema, sendo a mesma base para a composição de outras resoluções e normas mais rigorosas (PERSILY, 2015).

No Brasil, em 1978 foi divulgada a Norma Regulamentadora de nº 15 da Portaria de nº 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego, a qual regulamenta e retrata todas as atividades e agentes insalubres com seus limites de tolerância, atualmente conhecido por Ministério da Economia acoplando a Secretária do Trabalho.

Os limites citados por esta normativa para a contaminação química em 48 h semanais relatam valores de: acetaldeído (140 mg/m³), acetona (1870 mg/m³), formaldeído (2,3 mg/m³), benzeno (3,19 mg/m³), tolueno (290 mg/m³), xilenos (340 mg/m³), álcool

isobutílico (115 mg/m³) e álcool isoamílico (280 mg/m³). Essa normativa tem relação com as atividades ocupacionais de trabalhadores.

Ainda no contexto nacional em decorrência principalmente do aumento da frota automobilística no Brasil foram desenvolvidos programas para reduzir e controlar a poluição veicular, o que foi descrito na resolução CONAMA n° 18, de 06 de maio de 1986.

Posteriormente, foi lançada a normatização CONAMA n° 05 de 15 de junho de 1989, na qual foi criado o Programa Nacional de Controle do Ar, chamado PRONAR, que tem como iniciativa promover a orientação e controlar a poluição. Essa normativa envolve padrões de qualidade do ar, fontes de emissão, bem como trata da implementação da política da prevenção de danos da qualidade do ar em uma rede nacional de monitoramento do ar.

A partir do PRONAR, outras diretrizes foram estabelecidas, destacando-se a resolução CONAMA n° 03, de 28 de junho de 1990, na qual foram instituídos os padrões nacionais de qualidade do ar. Nesta resolução se estabeleceu o aumento do número de parâmetros regulamentados sendo eles: as partículas totais suspensas, as partículas inaláveis, a fumaça, o SO₂, o CO, o CO₂ e o O₃.

Em 2018, o CONAMA publicou a Resolução n° 491 que revogou e substituiu a de n° 03/1990, e classificou o padrão de qualidade do ar como um instrumento de gestão. Esta legislação ainda dividiu os padrões de qualidade do ar em dois: qualidade do ar intermediária (PI) e qualidade do ar final (PF).

A OMS, por sua vez, cita como principais parâmetros ambientais o CO₂ e o material particulado, sendo esses usados como referência em diversas legislações (WHO, 2010). A OMS apresenta anualmente diversos dados que contabilizam o quadro de mortes relacionados com poluição atmosférica, sendo os grupos mais afetados as crianças e os idosos (EPA, 2008; GOUVEIA; JUNGER, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

Em relação à poluição do ar interior destaca-se a portaria N° 3.523 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), a qual do ponto de vista conceitual classifica a QAI como boa quanto a um conjunto de propriedades físicas, químicas e biológicas do ar. Para isso os sistemas de climatização devem oferecer tratamentos destinados a manter condições de qualidade mínimas para o ar interior.

Além desta, a Resolução RE n° 9 de 2003 da ANVISA/MS aborda os padrões de QAI para ambientes climatizados de uso público e coletivo, estabelecendo valores de contaminação química e biológica, correspondentes a valores recomendáveis de 1000 ppm para CO₂, 80 µg/m³ para aerodispersóides e de 750 UFC/m³ para fungos (BRASIL, 2003).

A nível estadual o Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) publicou a resolução de nº14 de 29 de junho de 2011, que aprova o Plano de Controle de Poluição Veicular - PCPV do Estado do Ceará com intuito de complementar a resolução CONAMA 418/2019 que trata sobre as emissões de poluentes no ar exterior.

Neste contexto, os padrões recomendados (concentrações) de alguns poluentes atmosféricos segundo diversas legislações nacionais e internacionais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Padrões de conforto ambiental e de qualidade do ar interior segundo diversas legislações nacionais e internacionais.

Parâmetro	OMS ^a	ANVISA ^b	NR-15 ^c	ASHRAE ^d	Portugal ^e	Canadá ^f	Hong Kong ^g	
							Excelente	Bom
Temperatura (°C)	-	23–26	-	23–28	-	-	20–25,5	< 25,5
Umidade relativa do ar (%)	-	40–65	-	30–65	-	30–80 verão	40 a < 70	< 70
Velocidade do ar (m/s)	-	< 0,25	-	-	-	-	0,2	0, 3
CO ₂ (ppm)	1000	1000	-	Até 700	-	≤ 3500 (8 h)	800	1000
PTS (µg/m ³)	-	80	-	-	-	-	-	-
MP _{2,5} (µg/m ³)	25 (24 h)	-	-	15 (ano)	17 (ano)	100 (1 h) 40 (8 h)	-	-
MP ₁₀ (µg/m ³)	50 (24 h)	-	-	50 (ano)	35 (24 h)	-	< 20	< 180
Fungos (UFC/m ³)	-	750	-	-	-	-	-	-
Bactérias (UFC/m ³)	-	-	-	-	-	-	< 500	< 1000
Benzeno (µg/m ³)	-	-	3,19 mg/m ³	1300 (1 h)	3,5 (ano)	-	-	-
HCHO (µg/m ³)	-	-	-	100 (30 min)	-	-	< 30	< 100

^aWHO (2000); WHO (2010), ^bANVISA (2003); ^cNR(1978), ^dTSI (2013); Abdul-Wahab (2015); ASHRAE (2013a); ASHRAE (2013b), ^eUnião Européia (2008), ^fHealth Canada (1995) e ^gEPDHK (2003a); EPDHK (2003b).

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2017).

3.2 Aerobiologia

A aerobiologia é a ciência que estuda a dispersão de partículas vivas e não vivas no meio atmosférico e seus impactos ao meio ambiente e organismos vivos (FRENGUELLI; MANDRIOLI, 1990; MINERO *et al.*, 1997; FRENGUELLI, 1998).

A literatura retrata que a aerobiologia trata de identificar os organismos biológicos que podem ter relação com as condições climáticas e meteorológicas, podendo implicar em impactos sobre animais e plantas (MOREAU, 1994; BIEVRE, 1998; FERNSTROM; GOLDBLATT, 2012).

O ar apresenta uma grande diversidade de componentes inorgânicos e orgânicos, além de poluentes biológicos como os propágulos fúngicos, sendo esse um dos mais abundantes na atmosfera terrestre (OLIVEIRA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A variação e abundância de poluentes atmosféricos tem uma intensa interação com os aspectos biológicos e ambientais, além dos parâmetros meteorológicos e topográficos, como também o horário do dia, tipo de vegetação e atividades humanas locais (OLIVEIRA; RIBEIRO; ABREU, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2007; GRINN-GOFRON; BOSIACK, 2015).

Notadamente, a aerobiologia tem grande importância em estudos de QAI, principalmente quando se consideram os diversos problemas ocasionados pelos propágulos fúngicos às pessoas que frequentam ambientes fechados e a pacientes imunossuprimidos (CHONG-NETO; ROSÁRIO, 2008; HARLEY *et al.*, 2009; BOUZAS *et al.*, 2012).

Diante disso, uma problemática começa a surgir sendo nomeada de Síndrome do Edifício Doentes, em decorrência a exposição das pessoas por um tempo prolongado em ambientes fechados, provocando a estes desconforto e difusões ao condicionamento de saúde destas.

3.2.1 Síndrome dos Edifícios Doentes

Diversas condições históricas desde o início da civilização proporcionaram o quadro atual de QA, exemplos de ações que aconteceram e culminaram com a QA mundial, estão relacionados a Revolução Industrial, a mecanização da agricultura, as mudanças na distribuição de serviços, o crescimento populacional e urbano das cidades e a taxa de salubridade dos ambientes interiores (ALVANCHI *et al.*, 2019).

Nos últimos anos vem sendo observado que a maior parte da população passa uma parcela de seu tempo dentro de ambientes fechados como: edifícios, casas, escolas, hospitais,

na qual muitos deles são seus locais de trabalho e isso resulta em maior parte do dia exposto a um ar que não tem renovação constante, pois geralmente são locais com ventilação artificial (SILVA, 2017).

Oportunamente, vários tipos de desconfortos ocupacionais são relatados por pessoas que passam bastante tempo em ambientes fechados, sendo observada a QAI afetada pela ventilação e outros aspectos ambientais. Toda essa problemática contextualiza a chamada Síndrome dos Edifícios Doentes – SED (SCHIRMER *et al.*, 2011).

A SED foi reconhecida em 1982 pela Organização Mundial de Saúde (SIQUEIRA, 1998). Atualmente, os sintomas associados a ela sempre estão acompanhados da sigla SED que é bastante utilizada para tratar as doenças que apresentam uma sintomatologia sem especificidade pelos ocupantes locais (FANG *et al.*, 2004).

Quanto às manifestações da SED relacionam-se os quadros de desconfortos laborais, irritações nas membranas das mucosas, problemas no sistema nervoso central, enrijecimento do tronco e alergias, afecções na pele, podendo esta ser provocada pela presença de microrganismos, os bioaerossóis presentes no ar ambiente (NUNES, 2018).

Além disso, algumas condições apresentam forte associação com o SED como a arquitetura do prédio, a movimentação e atividades dos ocupantes dos locais, a presença de material de construção, a falta ou a inadequada ventilação, a pouca ou nenhuma manutenção no edifício, o envelhecimento dos equipamentos, a falta de limpeza adequada dos ambientes e as condições de funcionamento dos equipamentos de refrigeração (SILVA, 2017).

Todos estes fatores levam a um aumento da concentração de dispersantes no ar como endotoxinas, poluentes químicos e microbiológicos como, por exemplo, os fungos anemófilos (TEIXEIRA *et al.*, 2005; MARTINEZ *et al.*, 2006; BERNSTEIN *et al.*, 2008; NAIMI, 2013; ASHMORE; DIMITROULOPOULOU, 2009; COSTA, 2019).

Machado *et al.* (2016) avaliaram a qualidade do ar interno de um centro cirúrgico no Sul do Brasil, em que foi investigado o conforto ambiental contemplado pelos fatores temperatura, umidade, luminosidade e CO₂, sendo observado que o mesmo apresentava a temperatura em desacordo com a legislação vigente, enquanto os demais fatores estavam de acordo com os parâmetros estabelecido pela lei.

Vilcekova *et al.* (2017) examinaram a incidência de sintomas associados a Síndrome dos Edifícios Doente. Os resultados obtidos através de um questionário aplicado aos funcionários mostraram os principais sintomas de SED associados a cansaço, dificuldade de concentração, dores de cabeça e dores de garganta. Na perspectiva dos alunos foram

relatados os mesmos sintomas acrescidos de irritações no nariz e olhos. A pesquisa também apontou problemáticas associadas ao ruído e ao nível de iluminação local.

Em hospitais a SED pode ser associada aos sintomas de congestão das vias nasais, dores na garganta, pele seca e irritação ocular (HELLGREN *et al.*, 2011; CHANG *et al.*, 2015).

3.3 Ambientes Hospitalares e QAI

Ambientes hospitalares são locais em que se observa os mais variados tipos de pessoas com as mais diversas enfermidades, sendo notória a importância de conhecer a QAI desses ambientes, principalmente em pacientes com sobrevida expandida através de imunossupressão adquirida ou induzida, como câncer, transplante de medula óssea ou de órgãos sólidos, infecção por HIV etc, os quais tornam os pacientes vulneráveis às infecções fúngicas oportunistas (MORETTI, 2007; MUÑOZ *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2019).

Entretanto esses locais apresentam uma classificação diferenciada entre si, sendo categorizados pela legislação da ANVISA como áreas críticas, semicríticas e não críticas, respectivamente. A Área Crítica (AC) é definida por ser um local fechado, em que pode acontecer maior desenvolvimento de infecções, além de nesses ambientes ocorrerem procedimentos invasivos como também uma maior presença de pacientes com sistema imunológico deficiente (ANVISA, 2002).

A Área Semicrítica (SC) é descrita com um local fechado, de risco moderado em relação ao desenvolvimento das infecções, normalmente acontecem atividades não invasivas e assistenciais, tendo como principal público pacientes não críticos. A Área Não Crítica (NC), por sua vez, corresponde aos locais não ocupados por pacientes, e nelas não podem ser realizados procedimentos de riscos ou invasivos (ANVISA, 2002).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) categoriza os tipos de unidades hospitalares por níveis de complexidade de atendimento, classificando em unidades primária, secundária e terciária, definindo o tipo de atendimento e assistência que cada ambiente deve ser responsável.

Nesse íterim, o nível primário contempla as Unidades Básicas de Saúde (UBS), sendo representado pelos postos de saúde que prestam serviços como consultas médicas, vacinação, realização de curativos, coleta de exames laboratoriais, odontologia, encaminhamento de consultas e exames para especialidades e fornecimento de medicação.

As UBS têm como finalidade abranger um conjunto de ações à saúde tanto em campo individual como a nível coletivo, proporcionando um vínculo e aumento a acessibilidade das pessoas ao atendimento em casos de urgência e emergência. Essas ações englobam a proteção à saúde, redução e manutenção dos danos aos pacientes (BRASIL, 2011).

As unidades de atendimento secundárias são designadas de Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e foram idealizadas como parte da estratégia da Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) a saúde. As UPA atendem as demandas de urgência do nível secundário visando otimizar a assistência e descongestionar os hospitais de grandes traumas e emergências hospitalares (BITTENCOURT; HORTALE, 2009).

De acordo com a Portaria Nº 10 de 3 de janeiro de 2017, as UPA têm características diferentes das UBS por apresentarem atendimento 24 h, prestando assistência através de uma triagem na qual se caracteriza e classifica os pacientes quanto aos riscos para assim encaminhar ao consultório médico (BRASIL, 2017).

Por fim, as unidades de atendimento terciário (hospitais de grande porte) são tipificadas como locais de alta complexidade de saúde. Nestes hospitais são realizados procedimentos caracterizados por envolverem alta tecnologia e elevado custo, atendendo áreas como: nefrologia, oncologia, cardiologia, eletrofisiologia, traumatologia, otologia, neurologia, dentre tantas outras especialidades médicas.

Os pacientes desse grupo de atendimento se enquadraram como pessoas de *status* de saúde agudo e crônico, na qual o indivíduo precisa de um suporte maior e um acompanhamento diferenciado (MENDES, 2008).

Dessa forma, diversos trabalhos avaliam a QAI em ambientes hospitalares e são mencionados na literatura. Calumby *et al.* (2019) investigaram a qualidade do ar interior de uma UTI em uma unidade hospitalar em Maceió, Alagoas e identificaram a presença de diversas espécies com potenciais patogênicos, dentre elas o gênero *Aspergillus* responsável pela aspergilose, sendo preocupante para este ambiente.

Ademais, as rotinas hospitalares influenciam a qualidade do ar interno. As atividades desenvolvidas pelas equipes médicas e visitantes, a superlotação do ambiente e a taxa de ventilação em enfermarias contribuem para contaminação microbiana do ar (TANG; WAN, 2013).

Azevedo, Souza e Almeida (2016) relatam que o constante aumento das infecções hospitalares ou nosocomiais, tornam a má qualidade do ar interior um problema de saúde pública, com consequência direta no aumento dos períodos de hospitalização e com relação direta sobre morbidade e mortalidade em ambientes de saúde.

Em unidades hospitalares a qualidade do ar pode influenciar diretamente e significativamente na recuperação dos pacientes bem como na ocorrência de infecções hospitalares (QUADROS *et al.*, 2009; ZHANG; TZORTZOPOULOS; KAGIOGLOU, 2019).

Em geral mensura-se que os profissionais de saúde também podem ser expostos a uma vasta variedade de produtos químicos que são liberados em decorrência das atividades laboratoriais e farmacêuticas como também do uso generalizado de desinfetantes, agentes esterilizantes e gases anestésicos (BESSONNEAU *et al.*, 2013).

3.4 Conforto Ambiental

A legislação que trata alguns dos parâmetros para conforto ambiental no Brasil atualmente é Resolução RE nº 9 de 2003 da ANVISA, sendo os principais parâmetros: a temperatura (°C), a umidade relativa do ar (UR), a concentração de CO₂ (ppm), a concentração de aerodispersóides e o quantitativo de bioaerossóis fúngicos. Esta resolução se aplica para ambientes interiores com climatização artificial e estabelece valores máximos regulamentados para tais características ambientais.

Dentre estes, para o conforto ambiental interior, a temperatura é um dos parâmetros mais importantes levando a percepções de satisfação e insatisfação imediatas relacionada ao conforto térmico em ambientes. Apresenta-se nesse sentido como variável importante no balanço energético, sensação térmica, bem-estar e indicação da qualidade do ar (SATTAYAKORN; ICHINOSE; SASAKI, 2017).

A temperatura também influencia e tem papel importante quanto ao crescimento de microrganismos no ar, promovendo alterações na proliferação desses seres nos mais diversos locais (ALMEIDA; ARAUJO, 2018).

Em geral, relata-se que é necessário manter o controle da taxa de umidade relativa do ar como forma de controlar a quantidade de bioaerossóis atmosféricos, sendo a manutenção desse parâmetro indispensável para um ambiente seguro (NUNES, 2005).

A alteração da umidade relativa do ar pode contribuir no favorecimento dos processos de desintegração química e de contaminação biológica, influenciando a qualidade

do ar e promovendo o aumento do surgimento de doenças respiratórias e alérgicas (BRICKUS; WAISSMANN; MOURA, 2013; KHODAKARAMI; NASROLLAHI, 2012).

Estudos apontam que ambientes fechados provocam efeitos adversos na saúde das pessoas, e particularmente, a exposição prolongada a baixa umidade do ar proporciona sintomas como: irritação nos olhos e vias aéreas superiores. Por outro lado, quando umidade do ar é elevada se proporciona a melhoria dos quadros sintomáticos (WOLKOFF, 2018).

O CO₂ é caracterizado por ser um gás incolor e inodoro a temperatura ambiente, sendo gerado a partir do metabolismo animal e processos de combustão (SILVA; REGUEIRO; DENIS, 2007; QI *et al.*, 2015). Quanta toxicidade aos seres humanos, o CO₂ não gera grande danos, entretanto a altas concentrações, pode estar relacionado a desconfortos como irritação nos olhos, nariz e fadiga, enquanto uma exposição por tempo prolongado pode conduzir a desmineralização óssea, conforme a Associação de Saúde do Canadá (SCHIRMER *et al.*, 2011).

3.5 Fungos

Os fungos são organismos ubíquos e diversificados presentes nos variados ecossistemas e locais. Realizam associações simbióticas como também de parasitismo com os vários outros seres vivos (ALMEIDA *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2019). Alguns são bastante utilizados para fins industriais como produção de enzimas (amilases) (ALMEIDA *et al.*, 2017), além de terem um potencial patogênico assim como toxicogênico.

Estes seres são microrganismos encontrados nos mais variados ambientes, sendo o ar atmosférico seu principal meio de dispersão. Em decorrência dessa característica são carregados através do vento dentro de qualquer ambiente seja ele aberto ou fechado, favorecendo assim sua dispersão nos mais variados locais (BERNARDI; COSTA; NASCIMENTO, 2006; LOBATO, 2009).

Notadamente, o aumento de propágulos fúngicos no ambiente sofre influência das variações ambientais (temperatura e umidade) e dos fatores físicos (forma, tamanho e densidade das partículas) que podem aumentar o quantitativo fúngicos no ambiente (BOFF, 2011).

Dessa forma, microrganismos como fungos tem organização celular definidos como unicelular e multicelular apresentando uma disposição formada por filamentos delgados designados de hifas que podem apresentar septos (septadas) ou mesmo serem cenocíticas (asseptadas).

Os fungos apresentam outras características como a espessura e angulação das ramificações, que diferenciam os anemófilos dos demais variados gêneros fúngicos (TORTORA, 2017). Além disso, as leveduras que são categorizadas como fungos unicelulares de formato oval apresentam ciclo reprodutivo sexuado como assexuado. Ressalta-se que muitas das leveduras são comumente encontradas na microbiota normal do corpo humano (DELALOYE; CALANDRA, 2014). Ademais esses fungos também são encontrados nos mais variados ambientes como aquáticos, águas subterrâneas, esgotos (BABIČ *et al.*, 2016; KARIMI; HASSANSHAHIAN, 2016).

Os fungos são divididos em três principais filos Ascomycota, Basidiomycota e Zygomycota. O filo Ascomycota é um grupo onde se encontra a maior quantidade dos fungos classificados e identificados, além de ser um grupo monofilético com média de 32.000 mil espécies. O filo Basidiomycota é caracterizado por apresentar uma média de 2.500 mil espécies identificadas distribuídas em diversas variações fúngicas. O filo Zygomycota com mais de 1.000 espécies identificadas, representa todos os fungos com formação dos zigospórios (SIDRIM; ROCHA, 2004; HAWKSWORTH, 2012; TORTORA, 2017).

3.5.1 Fungos Anemófilos e QAI

Os fungos de caracterização anemófila podem ser classificados como filamentosos ou leveduras, hialinos ou demáceos, apresentando em sua parede celular quitina (BOSSOLAN, 2002; FLORES; ONOFRE, 2010). Estima-se que existam em média 250 mil espécies catalogadas e identificadas (BRASIL, 2003).

A presença fúngica é bastante comum nos variados locais, sendo importante destacar que os fungos produzem algumas micotoxinas, com efeitos tóxicos tanto no homem como em animais, as quais são capazes de causar quadros alérgicos severos. As espécies mais recorrentes nestes casos são o *Aspergillus* e o *Penicillium* (PELUQUE, 2014).

O *Aspergillus* e o *Penicillium* são promotores de alergias respiratórias como asma e rinite sofrendo diversas variações de acordo com as diferentes condições ambientais. O *Aspergillus* tem sua frequência aumentada no outono enquanto o *Penicillium* tem maior incidência no inverno (FLORES; ONOFRE, 2010).

Além de diversos casos alérgicos, fungos oportunistas como *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Fusarium* também são causadores de doenças como otites, micotoxicoses, infecções urinárias, onicomicoses, infecções oculares e até fungemias (CARMO *et al.*, 2007; JORGE, 2012; IWASAKI *et al.*, 2019).

Pessoas imunocomprometidas são mais suscetíveis a adquirir infecções nosocomiais ocasionadas por fungos dispostos no meio ambiente, como exemplo o gênero *Aspergillus* (SABINO *et al.*, 2014). Este gênero é bastante encontrado em diversos estudos relacionado à qualidade do ar interior de ambientes hospitalares.

Nos países tropicais observa-se que a maioria dos fungos anemófilos isolados reporta aos hialohifomicetos como elementos etiológicos de doenças oportunistas e infecciosas causadoras de algumas reações tóxicas, micoses e disfunções respiratórias. Por outro lado, as leveduras são relacionadas a diversos quadros de infecções hospitalares, dependendo da vulnerabilidade e pré-disposição do indivíduo (PIMENTEL *et al.*, 2016).

A aspergilose invasiva é considerada uma infecção fúngica provocada por *Aspergillus* que influencia os doentes oncológicos e transplantados, podendo gerar infecções graves em doentes imunocomprometidos, apresentando taxa de letalidade que pode atingir 85%. O gênero *Aspergillus* é onipresente e composto por uma variedade de centenas de espécies, sendo o *Aspergillus fumigatus*, o *A. flavus*, *A. niger* e o *A. terreus*, as espécies mais constantemente associadas a infecções (SABINO *et al.*, 2014).

Fungos anemófilos demáceos como: *Alternaria alternata*, *Cladosporium carrionii*, *C. sphaerospermum*, *Cyphellophora* sp., *Exophiala dermatitidis*, *E. jeanselmei*, *Fonsecaea compacta*, *F. pedrosoi*, *Phaeoannellomyces werneckii*, *Phialophora richardsiae*, *P. verrucosa*, *Xylohypha bantiana* e as espécies dos gêneros *Bipolaris* e *Curvularia* são diretamente relacionados a casos de sinusite, pneumonia e infecções variadas em pacientes imunocomprometidos (BITTENCOURT; MACHADO; ARAUJO, 2002; QIU-XIA *et al.*, 2008; OLIVEIRA; BORGES-PALUCH, 2015).

Outros fungos como os zigomicetos apresentam a característica marcante da formação de esporos (zigósporos). Os principais gêneros deste grupo são: o *Mucor*, o *Rhizopus*, o *Cokeromyces*, o *Mortierella*, o *Absidia*, o *Cunninghamella*, entre outros (SANTOS, 2015). Alguns dos gêneros são classificados como agentes de infecções oportunistas, por terem associações com quadros de cetoacidose, diabetes, neutropenia, hematologias malignas, além de terem potencial de risco a pacientes recém-nascidos ou possuidores de traumas (DINIZ MARTINS *et al.*, 2005; MUÑOZ *et al.*, 2014).

3.5.2 Micoses Fúngicas

Micoses são infecções provocadas por fungos, acometem os tecidos do corpo humano, relacionando-se a um grande espectro de neoplasias associadas ao homem, de acordo

com a sua localização e complexidade podem ser categorizadas (SIDRIM; ROCHA, 2004; MACHADO *et al.*, 2008; MOREIRA *et al.*, 2017).

As micoses podem variar entre infecções superficiais a infecções mais invasivas atingindo órgãos como cérebro, coração, pulmão, fígado, baço e rins (DIXON *et al.*, 1996). Nesse interim, estas infecções podem ser classificadas, quanto ao grau de complexidade crescente, em quatro tipos de micoses: as superficiais, as subcutâneas, as sistêmicas (profundas) e as oportunistas (SIDRIM; ROCHA, 2004).

As micoses superficiais provocadas por fungos são manifestações clínicas variadas, geralmente acometendo mãos, pés, unhas, regiões de dobras cutâneas e a pele glabra (STEINER; VAIDERGOM, 2018). As principais micoses desse são relacionadas a ceratofitoses como a pitiríase versicolor, a tinea nigra, a piedra negra e a piedra branca (STEINER; VAIDERGOM, 2018).

As infecções fúngicas de origem subcutâneas são provocadas por fungos saprófitos ambientais do solo, madeira e vegetação em decomposição. Em sua grande maioria esses microrganismos entram em contato com o ser humano através de traumatismo, lesões na pele em áreas mais externas de alguns membros superiores (braços e mãos) e membros inferiores (pernas e pés) (BOLOGNIA; JORIZZO; SCHAFFER, 2009; BARROSO; MELIÇO-SILVESTRO; TAVEIRA, 2014). Esse tipo micose apresenta-se como uma tumefação ou lesão supurada na pele, de forma que o fungo se propaga pela via linfática envolvendo as camadas mais profundas da derme, do tecido subcutâneo até chegar à estrutura óssea.

A lesão provocada por essa micose pode acometer e deformar o osso ou articulações, entretanto raramente se dispersam para órgãos mais distantes das regiões citadas. As principais infecções relatadas as micoses subcutâneas são as esporotricoses, as cromoblastomicoses, as feohifomicoses e as blastomicoses (MURRAY; ROSENTHAL; MICHAEL, 2010).

As micoses sistêmicas ou profundas ocorrem geralmente através da inalação de propágulos infecciosos, sendo o principal meio atingido o pulmão. Os principais agentes dessa micose são os fungos dimórficos (PALMEIRA, 2014). Oportunamente, as micoses sistêmicas no Brasil não são doenças com notificações compulsórias, sendo seus registros disponíveis referentes somente a estudos de caso publicados e estudos já realizados. Os dados de prevalência, incidência e morbidade destas micoses baseiam-se nos casos clínicos diagnosticados (BRASIL, 2011).

Por fim, as micoses oportunistas são atribuídas a emergência médicas, apresentando altas taxas de mortalidade (BALAU, 2019). Geralmente estas micoses são atribuídas a pessoas com a imunidade comprometida, de forma tal que fungos patogênicos invadem os tecidos e provocam reações supurativas necróticas. Em pacientes imunocompetentes os agentes etiológicos são suprimidos pelo corpo sem provocar a doença (MURRAY; ROSENTHAL; MICHAEL, 2010; RAUTEMAA-RICHARDSON; RICHARDSON, 2017).

As infecções oportunistas ocorrem principalmente nos pulmões em decorrência da inalação dos propágulos ou mesmo pela disseminação para outros órgãos da microbiota endógena do indivíduo (MURRAY; ROSENTHAL; MICHAEL, 2010; RAUTEMAA-RICHARDSON; RICHARDSON, 2017).

Uma doença importante dentro das micoses oportunistas é a aspergilose invasiva, a qual geralmente ocorre em até 15% de pessoas receptoras de transplante de órgão localizados no tórax e abdômen e desenvolve-se em 0,7% a 4% dos transplantados renais. Relata-se que complicações essas doenças podem levar a óbito até 22% dos casos (SING; HUSAIN, 2013).

3.6 Estado da Arte de Estudos de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Hospitalares

Matos (2014) abordou em sua pesquisa a qualidade do ar em três locais de uma Unidade Hospitalar localizada em Lisboa. Os autores verificaram fatores químicos, físicos e microbiológicos em ambientes de urgência geral, enfermarias e blocos operatórios, sendo constatado que a qualidade do ar interior desses locais estava em declínio e que o ar exterior é um fator que interfere diretamente nessa qualidade.

Chamseddine *et al.* (2018) avaliaram a qualidade do ar em três unidades hospitalares no Líbano em 12 áreas de trabalhos diferentes para os parâmetros: CO, CO₂, Material Particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}) e compostos orgânicos voláteis totais. Os autores constataram que os níveis de CO interno e externo ficaram abaixo dos padrões estipulados enquanto as concentrações de MP_{2,5} e MP₁₀, excederam em média de 2 a 3,5 vezes o recomendado por ambiente.

Tang *et al.* (2019) monitoraram parâmetros físicos e aplicaram questionários para avaliar a qualidade do ar interior em hospitais chineses. Os resultados mostraram que a umidade relativa nas salas de internação durante o verão apresentava valores entre 65% e 75%, e que isso favorecia o crescimento microbiano nos ambientes analisados. O estudo

mostrou ainda decaimento dos níveis de CO₂ nestes ambientes, sendo o valor médio inferior aos padrões de 1000 ppm estabelecido pela legislação chinesa.

Veysi *et al.* (2019) aferiram os fatores que afetavam a qualidade do ar interior na saúde respiratória de funcionários em um hospital iraniano. Os índices de poluentes atmosféricos medidos nas enfermarias foram maiores que nas áreas administrativas, além disso, no tocante aos sintomas respiratórios os funcionários do laboratório apresentaram-se mais suscetíveis que outros grupos ocupacionais.

Mousavi *et al.* (2019) quantificaram a presença de bioaerossóis bacterianos e fúngicos em nove alas de atendimento em um hospital no Irã. Os resultados mostraram maior diversidade de bioaerossóis durante a manhã, entretanto, as cargas de microrganismos foram inferiores ao recomendado pela legislação iraniana, mostrando a boa eficiência dos equipamentos de filtração/tratamento do ar nos locais em estudo.

Fonseca *et al.* (2019) investigaram três unidades hospitalares em Portugal, sendo duas de atendimento geral e uma de atendimento primário para os parâmetros de conforto ambiental, bactérias e fungos, durante os períodos de verão e inverno. Os autores constataram que a ventilação natural não pode ser recomendada quando há um grande fluxo de pessoas no ambiente. Quanto à umidade relativa do ar foram encontradas correlações de significância em nível de 95% entre a concentração de fungos, a concentração de CO₂ e a quantidade de colônias bacterianas nos ambientes fechados.

Mohammadyan *et al.* (2019) estudaram a concentração de material particulado em duas unidades hospitalares do Irã, fazendo comparativos dos valores de MP interno e externo. Os resultados indicaram que as concentrações médias no interior dos locais de amostragem foram inferiores aos níveis exteriores.

Baurès *et al.* (2018) monitoraram a contaminação química e microbiológica do ar interior em duas unidades hospitalares na França. Os resultados mostraram a presença de uma mistura complexa de concentrações compostos químicos, características físicas e microbiológicas, sendo encontrada uma contaminação inferior aos parâmetros específicos para ambientes não hospitalares para COV como aldeídos, limoneno, ftalatos, hidrocarbonetos aromáticos, os quais apresentaram uma relação direta com a ventilação.

Osman *et al.* (2017) em sua pesquisa verificaram a presença de bactérias ambientais, bactérias mesófilas e fungos anemófilos em duas unidades hospitalares no Egito. A concentração de bactérias ambientais, bactérias mesófilas e fungos nos ambientes fechados variaram respectivamente de 0 a 2638; 0 a 1655 e 12 a 566 UFC/m³, enquanto ao ar livre os valores apresentaram-se entre 155 a 32436; 12 a 5554 e 35 a 664 UFC/m³. O *Bacillus*

atrophaeus foi o mais frequente em todos os locais analisados, *Alloiococcus otitis* foi encontrada apenas em um hospital e *Bacillus licheniformis* no outro hospital. Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* forma descritos como fungos mais comuns encontrados no ar.

Cho *et al.* (2018) investigaram a presença de fungos em diferentes locais em uma unidade hospitalar da China nos períodos de verão e inverno. Os valores mais significativos da concentração de fungos foram observados no verão, sendo o *Aspergillus* o gênero mais prevalente, correspondendo a uma ocorrência de 47% no interior do hospital e de 62% na área externa da unidade hospitalar.

Cabo-Verde *et al.* (2015) examinaram a qualidade microbiológica do ar interior em diferentes locais em um hospital português e encontraram entre as bactérias a prevalência de *Staphylococcus* (51%) e *Micrococcus* (37%) e entre os fungos os principais achados foram dos gêneros *Penicillium* (41%) e *Aspergillus* (24%).

Jung *et al.* (2015) monitoraram a qualidade do ar interior em 37 hospitais em Taiwan, e observaram níveis mais altos de CO₂ e COV nas enfermarias para uma significância de 95% ($p < 0,05$) quando comparados as outras áreas analisadas. Por outro lado, as concentrações de CO, CO₂, O₃, HCHO, MP_{2,5}, MP₁₀, bactérias e fungos não divergiram estatisticamente das outras áreas.

Schirmer, Gauer e Szymanski (2010) avaliaram a qualidade do ar em um centro cirúrgico e uma unidade de terapia intensiva para os parâmetros de conforto ambiental. Os autores constataram que os parâmetros se apresentavam superiores aos permitido pela Resolução nº 03 de 1990 da ANVISA, justificado pela falta de renovação do ar.

Sales *et al.* (2011) analisaram a qualidade do ar em um hospital em Pouso Alegre, Minas Gerais, com a finalidade de identificar a microbiota fúngica do hospital. As coletas foram feitas quinzenalmente antes da limpeza das salas, sendo possível isolar 707 fungos das áreas interna e externa. Os principais gêneros de caráter patogênico identificados foram: o *Aspergillus clavatus*, o *Aspergillus fumigatus* e o *Penicillium* sp.

Sodré, Tórtora e Corrêa (2014) em seus estudos estabeleceram uma relação entre qualidade do ar interior e exterior a partir da presença de fungos em diversos pontos de um Hospital Universitário localizado na cidade do Rio de Janeiro. Os resultados mostraram que uma média de 20% dos locais se encontrava em discrepância para o quantitativo de colônias fúngicas e 16,6% em relação a razão interna/externa (I/E) de fungos.

Pantoja *et al.* (2012) investigaram em três unidades hospitalares de nível terciário na cidade de Fortaleza, Ceará a microbiota fúngica local. Os resultados apresentaram um quantitativo fúngico total de 3.644 UFC no hospital A seguido por 2.517 no hospital B e

4.447 UFC no hospital C, referentes aos ambientes: UTI, ambulatório, consultório, recepção e pátio. No geral, foram identificados 15 gêneros, sendo os de maiores incidência e de caráter patogênico os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Trichoderma*.

Pantoja (2016) investigou a qualidade do ar em ambientes ocupacionais na cidade de Fortaleza, Ceará, tendo como um dos locais monitorado uma unidade hospitalar terciária. Os resultados mostraram médias mensais na recepção de emergência de 1.308 UFC/m³, na enfermaria de transplante de 1.086 UFC/m³, na recepção efetiva de 887,5 UFC/m³ e na UTI de 833,5 UFC/m³, os quais são superiores ao recomendado pela ANVISA. Do ponto de vista quantitativo foram relacionados como os fungos comuns a todos os ambientes investigados o *Aspergillus niger*, a *Candida albicans*, a *C. tropicalis*, o *Penicillium* sp. e o *Scytalidium*.

Pinheiro (2017) analisou a qualidade do ar em enfermarias de transplantes de um Hemocentro na cidade de Fortaleza, Ceará, avaliando os parâmetros de conforto ambiental: temperatura, umidade, velocidade do ar, concentração do CO₂, material particulado, bioaerossóis e poluentes orgânicos. Os resultados obtidos mostraram que todos os parâmetros estavam em conformidade com exceção do CO₂ que apresentou valores de 1085 a 1236 ppm.

Alcântara (2019) averiguou a qualidade do ar em Centro de Hematologia e Hemoterapia na cidade de Fortaleza, Ceará, verificando os parâmetros de temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, CO₂, material particulado, bioaerossóis microbianos (fungos e bactérias) e micropoluentes orgânicos, analisando estes nos laboratórios de hematologia e sorologia, ambulatório e setor de descarte de resíduos, apresentaram-se com maiores desconformidades em relação à legislação vigente os parâmetros de temperatura (20,3 a 27,6 °C), velocidade do ar (0,12 a 0,46 m/s), CO₂ (642 a 1215 ppm) e concentrações de bactérias (1128 a 1345 UFC/m³), apenas no ambulatório. O ambulatório apresentou ainda picos de concentração de bactérias, benzeno e tolueno.

4 METODOLOGIA

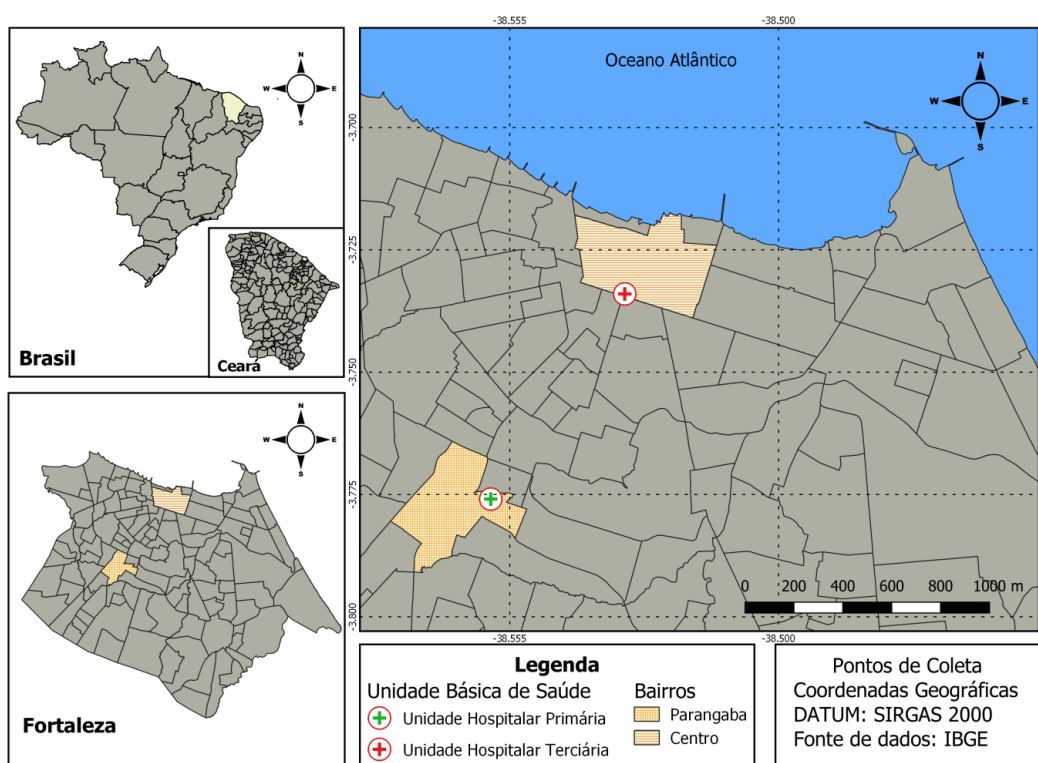
4.1 Tipologia da Pesquisa

A pesquisa tem caráter explicativo do tipo experimental, sendo classificada como quantitativa e qualitativa do tipo exploratória sob a abordagem do método hipotético-dedutivo (SILVA; MENEZES, 2001). A realização supõe busca científica necessitando da coleta de dados a partir de amostras, observações, levantamentos bibliográficos e métodos/medidas para a solução dos problemas investigados.

4.2 Caracterização das Áreas de Estudo

A pesquisa foi realizada em duas unidades hospitalares de saúde na cidade de Fortaleza, Ceará. As unidades de atendimento foram selecionadas de acordo com a complexidade nos níveis primário e terciário. O mapa situacional com a localização das duas unidades hospitalares está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa dos bairros da cidade de Fortaleza indicando as duas unidades hospitalares em estudo.



Fonte: Autor (2020).

O nível primário contempla as Unidades Básica de Saúde (UBS) é representado pelos postos de saúde que prestam serviços como consultas médicas, vacinação, realização de curativos, coleta de exames laboratoriais, odontologia, encaminhamento de consultas e exames para especialidades e fornecimento de medicação (BRASIL, 2011).

Dentro dessa demanda, a UBS escolhida para realização da pesquisa está localizada no bairro Parangaba sob as coordenadas geográficas 3°46'33.3"S 38°33'32.0"W. A UBS Parangaba foi reinaugurada em 2016, sendo caracterizada como posto de saúde com alta movimentação, atendendo os bairros da Parangaba, Itaoca, Itaperi, Serrinha e Maraponga.

O local tem uma rotina de limpeza diária na qual se faz remoção do lixo hospitalar e higienização das superfícies com água, detergente neutro, álcool etílico 70% e NaClO 1%.

O fluxo de pessoas em cada local analisado variava bastante dependendo da semana, em decorrência as atividades organizadas pela prefeitura como vacinação e marcação de consultas. Os registros hospitalares relatam uma média por turno de 100 pessoas.

Na UBS a área crítica corresponde a uma sala de vacinação e a área semicrítica é uma sala de atendimento.

A unidade de atendimento terciário (hospital público de grande porte) é classificada como local de alta complexidade de saúde. Neste hospital são realizados procedimentos caracterizados por envolverem alta tecnologia e elevado custo, atendendo áreas como: nefrologia, oncologia, cardiologia, eletrofisiologia, traumatologia, otologia, neurologia, dentre outras especialidades médicas.

Para a pesquisa foi escolhido o hospital terciário referenciado com um dos maiores centros médicos de urgência e emergência da rede pública da cidade de Fortaleza. Essa Unidade de Atendimento Terciário está localizada no centro da cidade sob coordenadas geográficas 3°44'02.4"S 38°31'53.3"W e tem uma história de funcionamento de mais de 80 anos.

O hospital de atendimento terciário durante todo o período de monitoramento esteve sob processo de expansão (reformas construtivas) em suas instalações para melhor atender a seus pacientes. Esta unidade hospitalar possui reconhecimento em nível de Norte e Nordeste no tratamento de traumas de alta complexidade, lesões vasculares e neurológicas graves, queimaduras e intoxicações.

No hospital terciário o sistema de limpeza é feito diariamente em frequência de duas ou três vezes ao dia. As superfícies são limpas com água, detergente neutro e álcool etílico 70% e glucoprotamina 1% foi utilizada nos ambientes críticos. A lavagem dos pisos foi realizada com NaClO 1%.

O fluxo de pessoas nos ambientes em que foi aplicada a pesquisa varia em decorrência da classificação do atendimento. Na área crítica caracterizada como Unidade de Terapia Intensiva (UTI) relacionaram-se até 30 pessoas circulando nos espaços e até 10 pacientes dispostos em leitos. Na área semicrítica a média foi de 50 a 70 atendimentos dependendo do período do ano e dia da semana. Nesta unidade hospitalar a área crítica corresponde a uma UTI e a área semicrítica a um consultório médico.

A Tabela 2 apresenta de forma sumarizada a categorização dos ambientes de estudo nas duas unidades hospitalares investigados na pesquisa, a qual foi construída com base em questionários (*check list*) aplicados em cada local analisado (Apêndices A, B, C, D, E e F).

Tabela 2 – Caracterização dos ambientes de estudo nas duas unidades hospitalares investigadas.

Característica	Unidade hospitalar primária			Unidade hospitalar terciária		
	AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
Existe contaminação aparente?	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Número de portas	1	1	-	2	1	-
Número de janelas	1	1	-	14	1	-
Números de aparelhos de ar condicionados	1	1	-	2	1	-

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

4.3 Amostragem

As amostragens foram realizadas no período de agosto de 2018 a maio de 2019 e foram divididas em duas etapas correspondentes às estações climáticas seca e chuvosa que predominam no Estado do Ceará, de acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (FUNCEME, 2009).

A primeira etapa das coletas foi realizada nas áreas crítica, semicrítica e ambiente externo das unidades hospitalares em estudo na cidade de Fortaleza, Ceará.

Conceitualmente, a área crítica (AC) se caracteriza por ser um local fechado em que existe um risco maior para desenvolvimento de infecções. Nesse ambiente ocorre a realização de procedimentos invasivos, além de ter a presença de pacientes com susceptibilidade maior a agentes infecciosos. Enquanto, a área semicrítica (SC) é um ambiente fechado de risco baixo a moderado para o desenvolvimento de infecções,

acontecendo atividades não invasivas e assistenciais, sendo o principal público desses locais classificados como pacientes não críticos (ANVISA, 2002).

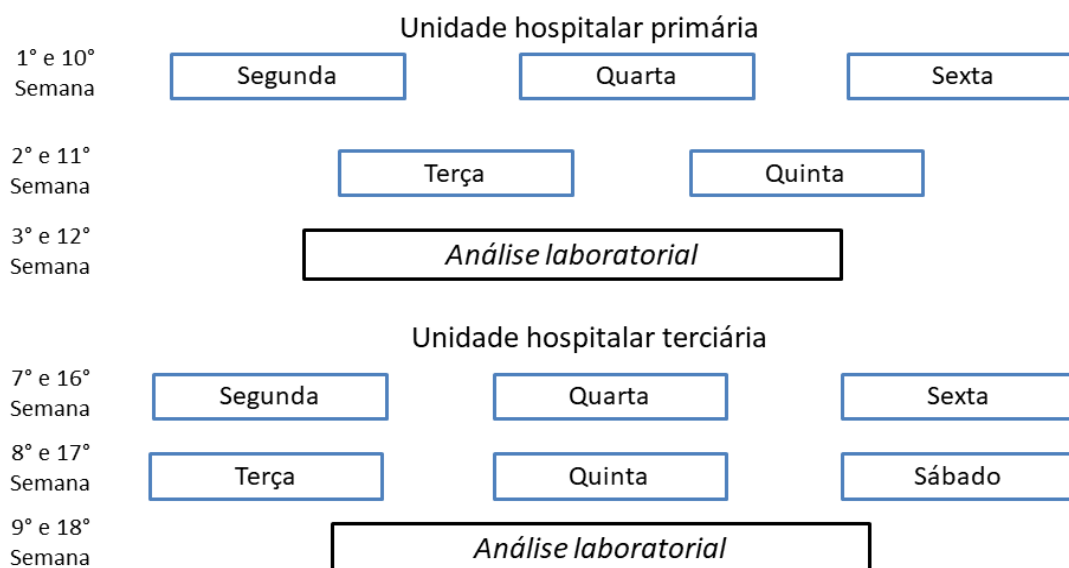
Por fim, a área exterior (EXT) é definida como espaço que não apresenta risco de desenvolvimento de infecções, não existindo atividades de caráter hospitalar, estando geralmente localizada na parte externa da unidade hospitalar, onde ocorre a entrada e saída de ambulância e material para consumo hospitalar.

Para pesquisa foram escolhidas como AC as salas de vacinação e UTI nas unidades hospitalares primária e terciária, respectivamente, enquanto para as áreas SC os ambientes selecionados foram consultórios de emergência de ambas as unidades hospitalares. O ambiente exterior (EXT) foi representado por área de estacionamentos, próximo a entrada dos pacientes.

As coletas foram feitas em cada unidade hospitalar entre segunda-feira e sábado em datas não sequenciadas compreendendo a duas rotinas em cada ambiente. Os dias de sábado na UBS (unidade primária) e de domingo no hospital de grande porte (unidade terciária) não foram avaliados em função de questões administrativas e da atipicidade de funcionamento nestas unidades de saúde.

A Figura 2 apresenta o desenho esquemático da rotina de amostragem nos ambientes hospitalares em estudo.

Figura 2 – Desenho esquemático da rotina de amostragem durante a estação seca nas unidades hospitalares em estudo.



Fonte: Autor (2020).

A amostragem compreendeu um total de 66 amostras biológicas e 66 rotinas de monitoramentos dos parâmetros físicos de conforto ambiental, com intuito de averiguar todos os dias semana duas vezes em ambas as unidades hospitalares investigadas. A 1ª fase dos experimentos ocorreu durante a estação seca compreendendo os meses de agosto a novembro de 2018 na cidade de Fortaleza, Ceará.

A Tabela 3 apresenta a programação de monitoramento durante a estação climática seca na cidade de Fortaleza.

Tabela 3 – Programação das amostragens realizadas nos ambientes hospitalares em estudo durante o período seco na cidade de Fortaleza, Ceará.

Estação seca				
Data	Coleta	Horário	Unidade hospitalar	Ambiente
07/08/2018	1	09:10 h-09:40 h	Primária	AC
	2	09:45 h-10:15 h		SC
	3	10:25 h-10:55 h		EXT
08/08/2018	4	13:50 h-14:20 h	Primária	AC
	5	14:31 h-15:01 h		SC
	6	15:12 h-15:42 h		EXT
09/08/2018	7	09:00 h-09:30 h	Primária	AC
	8	09:39 h-10:09 h		SC
	9	10:20 h-10:50 h		EXT
13/08/2018	10	09:10 h-09:40 h	Primária	AC
	11	09:45 h-10:15 h		SC
	12	10:24 h-10:54 h		EXT
17/08/2018	13	09:12 h-09:42 h	Primária	AC
	14	09:50 h-10:20 h		SC
	15	10:33 h-11:03 h		EXT
17/09/2018	16	09:30 h-10:00 h	Terciária	AC
	17	10:17 h-10:47 h		SC
	18	11:00 h -11:30 h		EXT
19/09/2018	19	09:35 h-10:05 h	Terciária	AC
	20	10:20 h-10:50 h		SC
	21	11:05 h-11:35 h		EXT
21/09/2018	22	14:00 h-14:30 h	Terciária	AC
	23	14:46 h-15:16 h		SC
	24	15:29 h-15:59 h		EXT
22/09/2018	25	09:00 h-09:30 h	Terciária	AC
	26	09:44 h-10:14 h		SC
	27	10:27 h-10:57 h		EXT
25/09/2018	28	09:25 h-09:55 h	Terciária	AC
	29	10:22 h-10:52 h		SC
	30	11:00 h-11:30 h		EXT

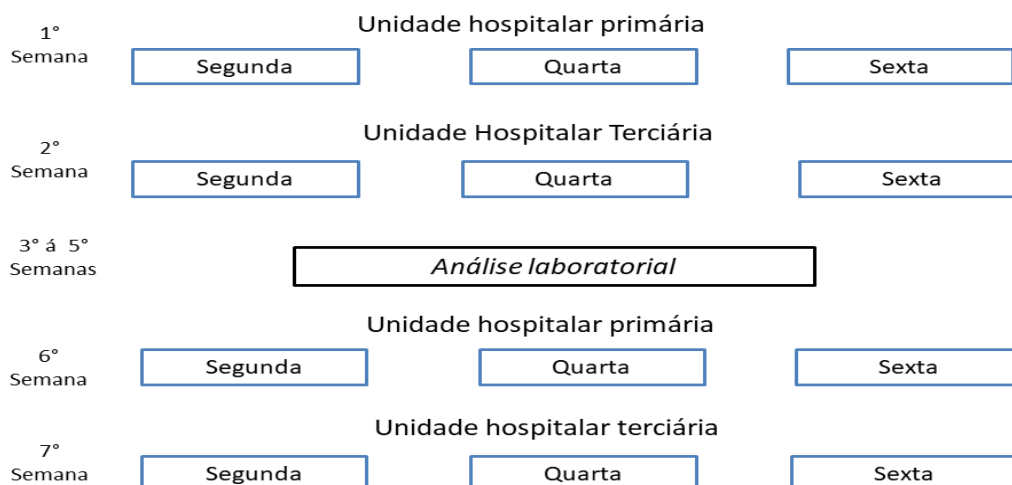
27/09/2018	31	09:09 h-09:39 h	Terciária	AC
	32	09:49 h-10:19 h		SC
	33	10:26 h-10:56 h		EXT
08/10/2018	34	13:50 h-14:20 h	Primária	AC
	35	14:26 h-14:56 h		SC
	36	15:05 h-15:35 h		EXT
11/10/2018	37	09:09 h-09:49 h	Primária	AC
	38	09:54 h-10:24 h		SC
	39	10:29 h-10:59 h		EXT
16/10/2018	40	14:59 h-15:29 h	Primária	AC
	41	15:34 h-16:04 h		SC
	42	16:07 h-16:37 h		EXT
17/10/2018	43	14:51 h-15:21 h	Primária	AC
	44	15:27 h-15:57 h		SC
	45	16:01 h-16:31 h		EXT
19/10/2018	46	13:20 h-13:50 h	Primária	AC
	47	13:56 h-14:26 h		SC
	48	14:39 h-15:09 h		EXT
19/11/2018	49	10:54 h-11:24 h	Terciária	AC
	50	11:30 h-12:00 h		SC
	51	12:10 h-12:40 h		EXT
21/11/2019	52	09:45 h-10:15 h	Terciária	AC
	53	10:20 h-10:50 h		SC
	54	11:10 h-11:40 h		EXT
23/11/2018	55	13:50 h-14:20 h	Terciária	AC
	56	14:30 h-15:00 h		SC
	57	15:09 h-15:39 h		EXT
24/11/2018	58	09:50 h-10:20 h	Terciária	AC
	59	10:34 h-11:04 h		SC
	60	11:10 h-11:40 h		EXT
27/11/2018	61	14:25 h-14:55 h	Terciária	AC
	62	15:04 h-15:34 h		SC
	63	15:39 h-16:09 h		EXT
29/11/2018	64	14:20 h-15:00 h	Terciária	AC
	65	15:10 h-15:40 h		SC
	66	15:54 h-16:24 h		EXT

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

Na segunda etapa do estudo, as coletas correspondentes ao período chuvoso foram executadas nas mesmas unidades hospitalares primária e terciária monitoradas na estação seca.

A Figura 3 apresenta o desenho esquemático da rotina de amostragem nos ambientes hospitalares durante a estação chuvosa (meses de abril e maio de 2019) na cidade de Fortaleza, Ceará.

Figura 3 – Desenho esquemático da rotina de amostragem durante a estação chuvosa nas unidades hospitalares em estudo.



Fonte: Autor (2020).

Particularmente, o estudo na segunda fase dos experimentos contabilizou 36 amostras biológicas e 36 rotinas de monitoramentos dos parâmetros de conforto ambiental. A 2ª fase dos experimentos ocorreu durante a estação chuvosa compreendendo os meses de abril e maio de 2019. Na estação chuvosa os dias analisados compreenderam somente as segunda, quarta e sextas-feiras em ambas as unidades.

A Tabela 4 apresenta as datas, horários e tipos de atendimento nas unidades hospitalares.

Tabela 4 – Programação das amostragens realizadas nos ambientes hospitalares em estudo durante o período chuvoso na cidade de Fortaleza, Ceará.

Estação chuvosa				
Data	Coletas	Horário	Unidade hospitalar	Ambiente
08/04/2019	67	09:54 h-10:24 h	Primária	AC
	68	10:32 h-11:02 h		SC
	69	11:10 h-11:40 h		EXT
10/04/2019	70	09:30 h-10:00 h	Primária	AC
	71	10:08 h-10:38 h		SC
	72	10:45 h-11:15 h		EXT
12/04/2019	73	09:57 h-10:27 h	Primária	AC
	74	10:31 h-11:01 h		SC
	75	11:06 h-11:36 h		EXT
15/04/2019	76	10:55 h-11:25 h	Terciária	AC
	77	11:40 h-12:10 h		SC
	78	12:15 h-12:45 h		EXT

17/04/2019	79	10:38 h-11:08 h	Terciária	AC
	80	11:15 h-11:45 h		SC
	81	11:49 h-12:19 h		EXT
26/04/2019	82	10:10 h-10:40 h	Terciária	AC
	83	11:00 h-11:30 h		SC
	84	11:38 h-12:08 h		EXT
06/05/2019	85	10:11 h-10:41 h	Primária	AC
	86	11:15 h-11:45 h		SC
	87	11:50 h-12:20 h		EXT
08/05/2019	88	10:35 h-11:05 h	Primária	AC
	89	11:10 h-11:40 h		SC
	90	11:49 h-12:19 h		EXT
10/05/2019	91	10:11 h-10:41 h	Primária	AC
	92	10:50 h-11:20 h		SC
	93	11:26 h-11:56 h		EXT
13/05/2019	94	10:17 h-10:47 h	Terciária	AC
	95	10:56 h-11:26 h		SC
	96	11:36 h-12:06 h		EXT
15/05/2019	97	14:29 h-14:59 h	Terciária	AC
	98	15:06 h-15:36 h		SC
	99	15:48 h-15:18 h		EXT
19/05/2019	100	10:48 h-11:18 h	Terciária	AC
	101	11:25 h-11:55 h		SC
	102	12:07 h-12:37 h		EXT

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.

Fonte: Autor (2020).

4.4. Monitoramento dos Parâmetros de Conforto Ambiental

Para monitoramento dos parâmetros de conforto ambiental foi utilizado um analisador portátil de CO₂ AZ-77535 da marca AKSO que monitora simultaneamente a temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR%) e concentração de CO₂ (ppm) nos ambientes.

O equipamento apresenta uma faixa de medição de 0 a 5000 ppm para CO₂, de -10 a 60° C para temperatura e de 0 a 99,9% para a umidade relativa do ar. O analisador faz medições durante um período de 30 minutos em cada amostragem, estando disposto a 1,5 m de altura em relação ao chão, elevação correspondente ao nível de respiração humana (STRANGER *et al.*, 2007). A detecção é feita diretamente via sensor no infravermelho não dispersivo e os dados coletados são transferidos via saída USB para um computador dedicado.

A Figura 4 apresenta os aparatos experimentais usadas no monitoramento dos parâmetros de conforto ambiental e contaminação microbiológica nos hospitais primário e terciário sob investigação.

Figura 4 – Aparatos instrumentais usados no monitoramento do conforto ambiental e da contaminação com fungos anemófilos nos diferentes setores das unidades hospitalares em estudo.



1: Analisador portátil de CO₂, 2: Estufa microbiológica, 3: Amostrador de bioaerossóis e 4: Microscópio ótico.
Fonte: Autor (2020).

4.5. Avaliação do Monitoramento Fúngico

Nesta seção estão descritos os procedimentos de coleta, quantificação e identificação fúngica nas unidades hospitalares investigadas.

4.5.1 Coleta e Contagem Fúngica

Para a coleta das amostras fúngicas foi utilizado um amostrador de bioaerossóis representado por um impactador de um estágio, modelo N6 tipo Andersen (Energética, modelo BIOAERO 1) (Figura 4). Nele era colocada uma placa de Petri contendo meio de cultura ágar Sabouraud dextrose (Himedia[®]) para o crescimento dos fungos. O equipamento foi ligado por 10 minutos sob vazão de 28,3 L/min de ar, conforme as recomendações da ANVISA (2003).

As amostras foram coletadas a uma altura de 1,5 m de distância do chão. Após finalizado os tempos das coletas, as placas foram vedadas com filme plástico, acondicionadas em caixa térmica e encaminhadas ao Laboratório de Processos Químicos e Ambientais do IFCE campus Fortaleza onde foram deixadas sob incubação por até 7 dias à 25 °C para

avaliação diária do crescimento fúngico (BRASIL, 2003; NIOSH, 1998). As contagens das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) nas placas foram registradas por até 7 dias do crescimento fúngico por inspeção visual e auxílio de uma lupa.

O valor das Unidades Formadoras de Colônias fúngicas por metro cúbico (UFC/m^3) foram calculados de acordo com a Equação 1.

$$UFC/m^3 = \frac{N_{UFC}}{Q \times t} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: N_{UFC} : Número de colônias fúngicas observadas, Q é a vazão de aspiração do ar e t é o tempo de amostragem.

4.5.2 Identificação Fúngica

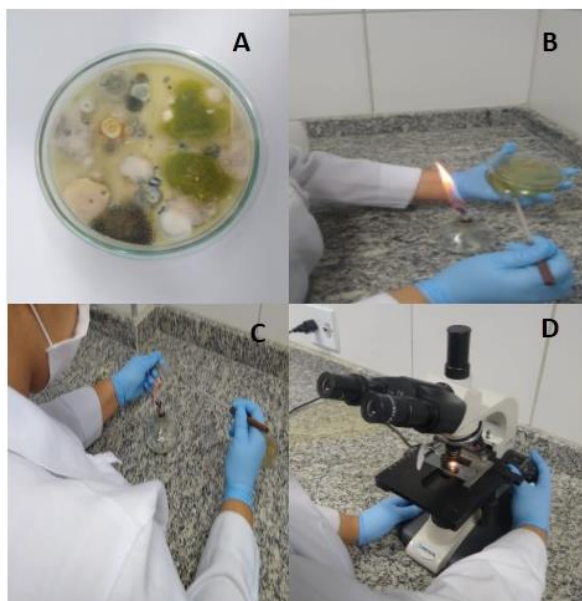
A identificação fúngica foi realizada a partir do aparecimento de colônias procedendo-se a contagem global das mesmas e categorização por setor analisado. Após a contagem realizou-se uma triagem por inspeção das características macroscópicas, isolando-se as diferentes colônias presentes em cada placa. As colônias escolhidas foram repicadas para tubos contendo ágar Sabouraud dextrose (Himedia[®]) para a identificação final dos fungos apresentados na Figura 5.

Todas as colônias foram analisadas macroscopicamente para características como tamanho, bordas, textura, relevo e pigmentação (SIDRIM; ROCHA, 2004).

Para a análise microscópica, utilizou-se a técnica de desagregação do fungo, onde foi usado o corante lactofenol azul-algodão e um pequeno fragmento da colônia, que foi observado através do microscópio óptico com objetiva de 40x, modelo Bioval L 1000. Quando não se chegava a um diagnóstico preciso, a identificação era feita a partir de confecção de lâminas preparadas pela técnica de microcultivo em uma nova lâmina, conforme preconizado por Koneman *et al.* (2001) e reproduzido por Pantoja (2016).

A identificação final das espécies seguiu a metodologia de Hoog *et al.* (2000) sendo complementada por outras chaves de identificação (ZAITZ *et al.*, 2012; KIDD *et al.*, 2016; SCIORTINO; CARMEN, 2017).

Figura 5 – Sequência de imagens do processo de identificação das amostras fúngicas coletadas nas unidades hospitalares em estudo.



A: Placa de *Petri* com presença de unidades formadoras de colônia viáveis, B: Isolamento fúngico, C: Confecção das lâminas através de desagregação e D: Leitura da lâmina usando o microscópio.
Fonte: Autor (2020).

4.6 Análises Estatística dos Dados

O tratamento estatístico dos dados foi realizado através do *software* Origin 8 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA) e da planilha eletrônica Excel. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Para as análises de correlação foram construídos dendogramas, os quais compõem um método hierárquico que usa médias aritméticas como inferência, referindo-se a um agrupamento de médias aritméticas não ponderadas com uso do índice de Bray-Curtis.

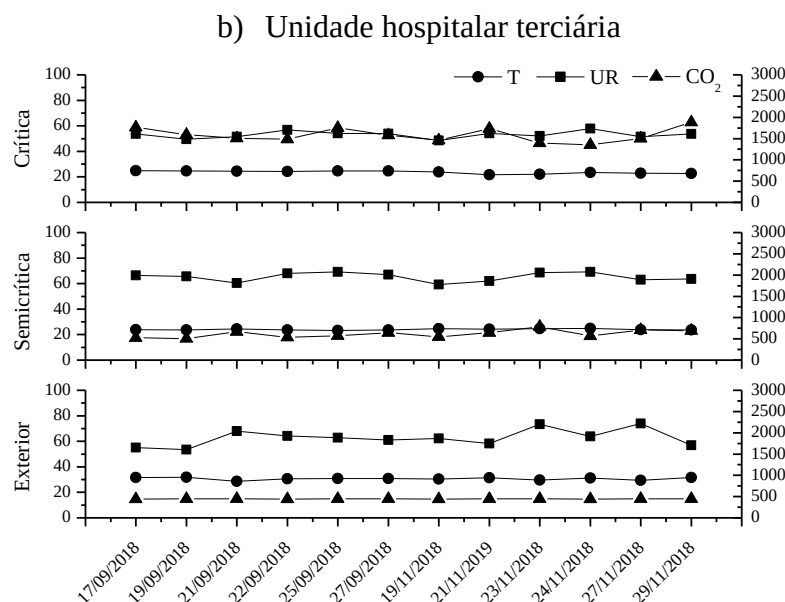
O índice de Bray-Curtis expressa uma proporção de similaridade ou dissimilaridade (distância) nas variáveis em estudo. Neste caso, os valores vão de um máximo de 1 (dissimilaridade) a um mínimo de 0 (similaridade). Essa padronização no intervalo visa facilitar a interpretação e comparação dos resultados (PERES-NETO; VALENTIN; FERNANDEZ, 1995; CRUZ, 2006).

Analicamente, os dados foram organizados em matrizes de presença/ausência de gêneros/espécies fúngicas para cada unidade hospitalar e áreas analisadas, se estendendo para as demais variáveis estudadas (temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO_2). O *software* Fitopac2[®] foi utilizado para a construção dos dendogramas de similaridade.

4.7 Aspectos Éticos

A pesquisa foi submetida à aprovação pelos Comitês de Ética de cada Unidade de Saúde nas quais os estudos foram realizados. O projeto foi considerado aprovado pelos órgãos competentes de cada unidade hospitalar conforme documentação comprobatória em anexo (ANEXOS A e B).

Em tempo, destaca-se que não foram avaliadas possíveis implicações aos funcionários e/ou pacientes presentes nos ambientes estudados e que prontuários ou quaisquer outras documentações das unidades hospitalares não foram objeto de análise.



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 6 observa-se que na unidade hospitalar primária 100% das coletas realizadas na área crítica e 90% das coletas na área semicrítica estão em desacordo com a ANVISA. Justifica-se que nessas áreas têm apenas um ar-condicionado e a porta de acesso ao ambiente fica aberta, o que pode contribuir para as variações de temperatura encontradas.

Estudos apresentam que em ambientes climatizados artificialmente que apresentam portas e janelas, a eficiência do ar-condicionado pode ser alterada podendo influenciar em oscilações de temperatura (LOPES; GABARRA; LIMA, 2006). Além do mais a entrada e saída pode também induzir na QAI, sendo a temperatura um dos fatores afetados (SCHIRMER *et al.*, 2011).

Dessa forma, quando se compara os valores encontrados à legislação AHSRAE (Tabela 1) observam-se 100% de desconformidade das temperaturas nas amostragens realizadas na área crítica, enquanto na área semicrítica 40% das coletas apresentaram-se fora dos limites adequados para esta legislação.

Na unidade hospitalar terciária, a área crítica apresenta 33% de resultados fora da faixa definida pela ANVISA, enquanto na área semicrítica todas as coletas ficaram dentro do que é recomendado pela legislação brasileira. O mesmo perfil de desconformidade foi observado quando da comparação com os limites da AHSRAE.

Quadros *et al.* (2009) em estudo realizado em uma unidade hospitalar em ambientes internos e externos quanto a parâmetro de temperatura encontraram uma média de 20,9°C para os ambientes internos e 29,3 °C para os ambientes externos, sendo estes valores inadequados ao estabelecido pela ANVISA.

Pinheiro (2017) em sua pesquisa avaliou a qualidade do ar em um grande hemocentro na cidade de Fortaleza, Ceará, encontrando como médias de temperaturas valores que variavam entre 24,8 °C e 29,8 °C nos setores de enfermagem de transplante e pós-transplantes. Estes valores divergem dos dados encontrados na presente pesquisa no mesmo período deste estudo para os ambientes da unidade hospitalar terciária em que a variação na área crítica foi de 21,7 °C a 24,9 °C e na área semicrítica 23,3 °C a 24,9 °C, os quais apresentaram-se dentro do estabelecido pela ANVISA.

No tocante a temperatura em UTIs, Vieira *et al.* (2019) em seu trabalho de monitoramento de UTIs no estado da Paraíba, identificaram temperaturas médias diárias nesses ambientes de 18 °C e 23 °C, os quais são inferiores aos observados nas áreas críticas do hospital terciário em estudo 21,7 °C a 24,9 °C apresentados nos pontos da Figura 6.

Em relação a área crítica das duas unidades, observa-se que 53% das coletas realizadas nesses ambientes foram similares ao intervalo de temperatura entre 22 °C e 25 °C relatado por Moura *et al.* (2018), os quais avaliaram o conforto ambiental em salas de cirurgias de ambientes hospitalares.

Melo, Souza e Aquino (2019) realizaram monitoramento em uma UTI neonatal para verificar o perfil das variações ambientais locais e encontraram um intervalo de temperatura entre 23 °C e 24 °C, o qual é próximo do observado na área crítica da unidade hospitalar terciária em estudo, em que 66% das coletas apresentaram-se em acordo com a ANVISA.

Sattayakorn, Ichinose e Sasaki (2017) avaliaram a sensibilidade térmica entre visitantes, pacientes e profissionais em um ambiente de saúde. Os autores verificaram que em média os pacientes preferiram uma temperatura entre 21,8 °C a 27,9 °C, enquanto os visitantes e funcionários relataram uma faixa entre 22 °C e 27,1 °C. Ao fazer um comparativo com os resultados nas unidades hospitalares analisadas neste trabalho observa-se que algumas coletas ficam dentro de ambos os perfis relatados.

Pantoja (2016) monitorou a temperatura durante um ano em ambientes ocupacionais de uma unidade hospitalar terciária na cidade de Fortaleza, Ceará e encontrou uma faixa de temperatura entre 17,8 °C e 23,7 °C. Comparativamente a este trabalho observa-se que as temperaturas foram inferiores aos intervalos encontrados na área crítica da pesquisa na unidade terciária que variou de 21,7 °C a 24,9 °C.

Em âmbito geral para a temperatura nas duas unidades hospitalares o percentual de coletas com algum tipo de desconformidade na área crítica e semicrítica foi de 52% em

relação a legislação ANVISA, enquanto para AHSRAE o valor foi de 44% de não conformidade.

No tocante a umidade relativa do ar (UR) foi verificado que 30% das coletas realizadas na área crítica na unidade hospitalar primária mostram-se em desconformidade com o limite da ANVISA. Nestes casos os valores variaram de 35,8 % a 39,4%. Na área semicrítica 100% das coletas estão de acordo com o que rege esta legislação. Ao realizar um comparativo com os valores determinados pela AHSRAE verifica-se que os resultados dessas coletas estão todos em conformidade.

Na unidade hospitalar terciária, 29% das coletas totais da área crítica e semicrítica apresentaram valores de UR superiores ao recomendado pela ANVISA. Em relação a AHSRAE foi observado o mesmo percentual de desconformidade.

Em uma análise global, quando se considera ambos os hospitais e suas áreas de atendimento encontra-se que 22% do total das amostras apresentaram algum tipo de não conformidade. De forma detalhada, 7% das amostras mostraram valores inferiores ao limite estabelecido pela ANVISA (UR de 35,3% a 39,4%), enquanto 15% foram superiores (UR de 65,7% a 69,1%). Em relação a AHSRAE a porcentagem de desconformidades foi de 29% do total de coletas, correspondente ao intervalo de UR entre 65,7% e 69,1%.

Demerel *et al.* (2017) verificaram a poluição provocada por fungos e o conforto ambiental em uma unidade hospitalar para recém-nascidos na Turquia. Neste estudo a UR apresentou valores entre 36% e 60%, os quais são próximos a variação de 35,8% a 69,1% encontrada neste trabalho para ambientes internos com climatização artificial.

Vieira *et al.* (2016) analisaram em seu estudo a UR nos turnos da manhã, tarde e noite em um ambiente hospitalar, encontrando valores médios correspondentes a 57,4%, 53,1% e 64,5%, respectivamente. Esses resultados corroboram com os resultados observados nas unidades hospitalares primária e terciária em estudo neste trabalho.

Em geral, relata-se que é necessário manter o controle da taxa de umidade relativa do ar como forma de controlar a quantidade de bioaerossóis atmosféricos, sendo a manutenção desse parâmetro indispensável para um ambiente seguro (NUNES, 2005).

Desconformidades em valores da umidade relativa do ar podem favorecer os processos de desintegração química e a contaminação biológica, tendendo a reduzir a qualidade do ar e promover o aumento do surgimento de doenças respiratórias e alérgicas (KHODAKARAMI; NASROLLAHI, 2012; BRICKUS; WAISSMANN; MOURA, 2013).

Wolkoff (2018) relata que a exposição prolongada à baixa umidade do ar proporciona diversos sintomas como: irritação nos olhos e vias aéreas superiores. Entretanto, uma UR elevada pode proporcionar a melhoria desses quadros sintomáticos.

Por fim em relação aos níveis de CO₂ verifica-se na unidade hospitalar primária que 8% de todas as coletas (área crítica e semicrítica) estão em desconformidade apresentando valores superiores as 1000 ppm recomendados, notadamente entre 1037 ppm e 1135 ppm.

Para AHSRAE o valor recomendado é mais restritivo e equivalente a 700 ppm e frente a esta legislação observa-se que 80% das coletas realizadas encontram-se em não conformidade, correspondente a um intervalo de 704 ppm a 1037 ppm na área crítica e de 715 ppm a 1135 ppm na área semicrítica.

As coletas na unidade hospitalar terciária apresentaram desconformidades de 100% nas áreas críticas e nenhuma irregularidade na área semicrítica de acordo com a ANVISA e OMS. Em relação a AHSRAE, 100% das coletas da área crítica e 16% na área semicrítica apresentam desconformidade, com valores entre 708 ppm e 1887 ppm.

No âmbito geral, 32% das coletas apresentaram algum tipo de desconformidade para o parâmetro de CO₂ quando comparados a ANVISA e OMS, sendo cerca de 29% na área crítica e 3% na área semicrítica. Notadamente para AHSRAE a porcentagem é de 68% de coletas em não conformidade.

Neste estudo verifica-se que a área crítica da unidade hospitalar terciária apresenta todas as coletas fora do que é recomendado pela ANVISA, o que pode ser atribuído a fatores como a quantidade de transeuntes no local, e os fluxos contínuos de entra e saída de pessoas nas áreas avaliadas.

O CO₂ é um dos subprodutos da respiração humana, sendo a principal causa da poluição em ambientes fechados (QUADROS *et al.*, 2009). Dessa forma quando averiguado os índices de concentração de CO₂, nos ambientes diversos, fatores como a quantidade de pessoas, entrada de ar, quantidade portas e janelas são levados em consideração. Além disso, o CO₂ é indicador de falta de ventilação dos ambientes (STERLING, 1993; ANVISA, 2003).

Machado *et al.* (2016) avaliaram qualidade do ar de um centro cirúrgico em um hospital no Sul do Brasil determinando a concentração de CO₂ e observaram que todos os ambientes analisados estavam dentro dos valores estabelecidos pela legislação da ANVISA.

Matos *et al.* (2014) analisaram os níveis de CO₂ durante o verão e inverno em Lisboa, e encontraram valores encontrados dentro dos limites exigidos da legislação portuguesa que adota 2250 mg/m³ (1300 ppm) para ambientes interiores. Os resultados dessa pesquisa quando comparados a esta legislação apresentam até 44% de conformidade.

Schirmer, Gauer e Szymanski (2010) investigaram a presença de CO₂ em três UTIs de uma unidade hospitalar e observaram concentrações elevadas (> 1141 ppm) e fora dos valores estabelecidos pela ANVISA. Os resultados deste estudo corroboram com os valores encontrados na atual pesquisa quanto às concentrações de CO₂ na área crítica dos hospitais secundário e terciário.

Loupa *et al.* (2016) realizaram pesquisa na cidade de Kavala, Grécia e observaram níveis de CO₂ abaixo de 1000 ppm. Os autores relatam que o CO₂ só deve ser considerado um indicador de qualidade do ar se associado a outros parâmetros como MP_{2,5} e *black carbon*.

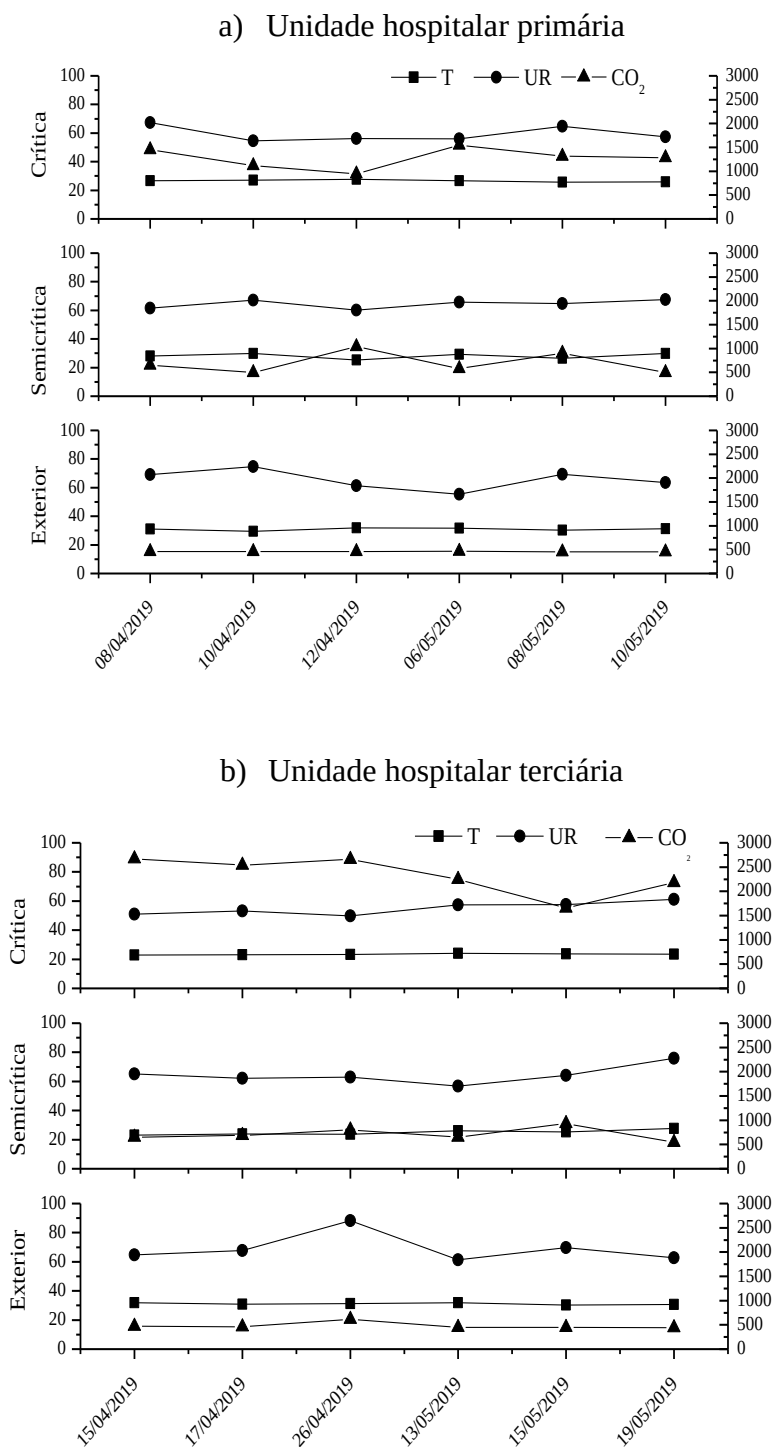
Zhou *et al.* (2015) verificaram as concentrações de CO₂ em um hospital em Nanjing, China e observaram que a variação de CO₂ em ambientes hospitalares tem relação com os hábitos de vida dos pacientes. A concentração média no inverno foi de 1076 ppm e no verão de 791 ppm. Os autores também relataram em seus resultados um aumento da concentração de CO₂ no ar durante o período noturno quando os pacientes geralmente estão repousando e após o almoço quando as enfermarias estão todas ocupadas com seus pacientes.

Branco *et al.* (2015) avaliaram os níveis de CO₂ em enfermarias de um hospital infantil na cidade do Porto em Portugal e constataram que em decorrência da falha do equipamento de ventilação do local ocorreu aumento nos níveis de concentração de CO₂, principalmente nos ambientes com maior número de pessoas. Os autores relatam que quanto maior o fluxo de pessoas no ambiente pior é a qualidade do ar.

5.1.2 Estação Chuvosa

Os dados de conforto ambiental na estação climática chuvosa nas áreas críticas, semicríticas e exteriores das duas unidades hospitalares primária e terciária sob investigação estão apresentados na Figura 7 a seguir.

Figura 7 – Perfis (médias) de temperaturas, umidade relativa do ar e CO₂ nas diferentes áreas de atendimento das unidades hospitalares em estudo durante a estação chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.



Fonte: Autor (2020).

Os resultados da avaliação da temperatura no período chuvoso mostram que 75% das coletas das áreas crítica e semicrítica da unidade hospitalar primária estão em desconformidade com ANVISA. A faixa de temperatura neste caso apresentou variação de 26,6 °C a 27,1 °C e 26,4 °C a 29,9 °C nas áreas crítica e semicrítica, respectivamente. Em relação a AHSRAE, 33% das coletas apresentaram desconformidade ao que é recomendado.

Na unidade hospitalar terciária, 25% das coletas apresentaram algum tipo de desconformidade para o limite da ANVISA, sendo 16% dos valores superiores ao limite estabelecido. Em relação à AHSRAE apenas 8% das coletas ficaram em desacordo.

Em um panorama global dos dados analisados, 50% de todas as coletas nas unidades hospitalar primária e terciária apresentam desconformidade frente a ANVISA. Em relação a AHSRAE a porcentagem de desconformidade foi de 29%.

Khalid *et al.* (2019) avaliaram o conforto ambiental em unidades hospitalares na Malásia e registram temperaturas médias de 27°C para ambientes internos e 31 °C para externos. Os resultados deste estudo corroboram com os achados da pesquisa na estação chuvosa.

Tang *et al.* (2019) investigaram o conforto ambiental em um centro clínico de internação na China e encontraram um intervalo de temperatura com valores de 24,5°C a 26°C em ambientes internos.

Vieira *et al.* (2019) em seus estudos avaliaram o conforto ambiental em UTIs na Paraíba e encontraram em seus resultados um intervalo de temperatura entre 18 °C e 23 °C. Quando uma comparação é feita com as áreas críticas da presente pesquisa observa-se que apenas em 8% do total de coletas na unidade hospitalar terciária apresentaram-se nessa faixa.

Alcântara (2019) em um hemocentro na cidade de Fortaleza, Ceará avaliou a qualidade do ar em laboratórios de análises de sangue nos turnos da manhã e tarde e encontrou pela manhã um valor médio de 25,5 °C enquanto à tarde a média foi de 25,6 °C. Esta variação é bem diferente das observadas nas unidades hospitalares em estudo.

Pantoja (2016) em seu trabalho avaliou a qualidade do ar em um ambiente hospitalar terciário durante a estação chuvosa na cidade de Fortaleza e observou variação de temperatura entre 22,5 °C e 25 °C. Esse resultado corrobora com os achados deste estudo.

No que se refere a UR, na unidade hospitalar primária observa-se que 33% das coletas apresentam alguma desconformidade, apresentando variação de 65,8% a 67,6% entre duas áreas analisadas. Desta porcentagem cerca de 25% foram observadas na área semicrítica. Em relação a AHSRAE, os resultados das coletas apresentaram a mesma desconformidade.

Por outro lado, na unidade terciária apenas 16% das coletas mostraram desconformidade em relação ao adotado pela ANVISA e AHSRAE, com uma variação de 65,2% e 75,9% do valor da UR.

Na análise global da UR, observa-se que 29% das coletas estão em desacordo com as legislações ANVISA e AHSRAE e desta porcentagem 21% estão na área semicrítica.

Na literatura diversos trabalhos relacionam a UR em unidades hospitalares com o aumento da proliferação de microrganismos (HALEEM-KHAN; KARUPPAYIL, 2012; NAZAROFF, 2013; TANG *et al.*, 2016).

Pantoja (2016) verificou parâmetros de conforto ambiental na estação chuvosa na cidade de Fortaleza e observou um intervalo de temperatura entre 65% e 75%. Esse resultado corrobora com os valores encontrados no mesmo período no presente estudo, correspondente a um intervalo de 49,9% e 75,9% nas áreas críticas e semicríticas das unidades hospitalares.

Alfa e Öztürk (2019) avaliaram a qualidade e conforto ambiental em uma unidade hospitalar em Niger, na Nigéria. Os autores relataram resultados de UR entre 41,2% e 67,8%, neste caso o valor mínimo desse intervalo está bem abaixo do encontrado nesta pesquisa.

Em relação as concentrações de CO₂, na unidade hospitalar primária 50% das coletas apresentaram valores superiores ao estabelecidos pela ANVISA e OMS (1000 ppm), sendo 41% na área crítica e 9% na semicrítica. Para a legislação da AHSRAE (700 ppm) onde o limite de CO₂ é mais restrito essa porcentagem aumenta para 67% de não conformidade.

Na unidade hospitalar terciária 100% das coletas da área crítica apresentam valores acima do limite que é estabelecido pela ANVISA e OMS apresentando uma variação de 1655 ppm a 2674 ppm. A porcentagem de desconformidades no total de coletas foi de 50%. Ao se referenciar a AHSRAE observa-se o mesmo cenário encontrado na unidade hospitalar primária com 67% de não conformidades.

A observação global das coletas relata que 38% das coletas apresentam desconformidade para o CO₂ quando comparados aos limites da ANVISA e OMS, enquanto em relação a AHSRAE essa desconformidade é de 67% das coletas.

Tang *et al.* (2019) verificaram concentrações de CO₂ em unidades hospitalares, abaixo de 1000 ppm, o que está em acordo com o valor o máximo permitido pela ANVISA e OMS para ambientes climatizados.

Chaivisit *et al.* (2018) investigaram os parâmetros ambientais e a contaminação fúngica em setores ambulatoriais de uma unidade hospitalar na Tailândia verificando que a concentração média de CO₂ durante o período seco (495 ppm) era equivalente a observada no período chuvoso (509 ppm).

Por fim, as Tabelas 5 e 6 representam um perfil comparativo dos parâmetros de conforto ambiental nas unidades hospitalares durante as estações climáticas seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.

Tabela 5 – Comparativo dos parâmetros de conforto ambiental nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar primária.

Parâmetros	Estação seca			Estação chuvosa		
	AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
T (°C)	28,7±0,4	26,9±2,6	30,1±0,8	26,5±0,7	28,1±1,9	30,9±0,9
UR (%)	43,1±5,3	52,7±3,9	59,6±6,3	59,3±5,3	64,5±3	63,7±5,8
CO ₂ (ppm)	816±114	752±192	451±32	1277±219	695±226	459±39

T: temperatura; UR: umidade relativa do ar, AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.
Fonte: Autor (2020).

Tabela 6 – Comparativo dos parâmetros de conforto ambiental nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária.

Parâmetros	Estação seca			Estação chuvosa		
	AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
T (°C)	23,6±1,1	24,1±0,4	30,5±1	23,4±1,7	24,9±1,7	30,3±1,4
UR (%)	52,9±2,9	65,2±3,7	63,5±6,8	55±4,4	64,5±6,2	69,1±9,9
CO ₂ (ppm)	1554±149	606±92	445±23	2326±389	711±136	481±65

T: temperatura; UR: umidade relativa do ar, AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.
Fonte: Autor (2020).

Na unidade hospitalar primária (Tabela 5) a temperatura em ambas as estações climáticas mostrou médias superiores ao recomendado pela ANVISA, que estabelece valores de 23 °C a 26 °C como também superiores aos valores preconizados pela ASRHAE (22,5 °C a 28 °C). Para umidade relativa do ar em todos os ambientes investigados observa-se atendimento ao preconizados por estas legislações. Para o CO₂ o único ambiente que apresenta desconformidade (> 1000 ppm) é a área crítica na estação chuvosa.

Em geral para conforto ambiental na unidade hospitalar primária não foram verificadas diferenças significativas dos parâmetros quando se consideram os possíveis efeitos das duas estações climáticas monitoradas.

Na unidade hospitalar primária (Tabela 6) é possível constatar que para temperatura e umidade relativa do ar todos os locais analisados com climatização artificial estão de acordo com a legislação ANVISA e ASRHAE, contudo o parâmetro de CO₂

apresenta discrepâncias, sendo a área crítica em ambas as estações climáticas um ambiente em desconformidade com as legislações brasileira (ANVISA) e internacional (ASHRAE) que norteiam o trabalho. Em geral, assim como observado na unidade primária, as estações climáticas na cidade de Fortaleza têm pouco ou nenhum efeito no conforto ambiental dos ambientes investigados.

5.2 Avaliação da Contaminação Fúngica

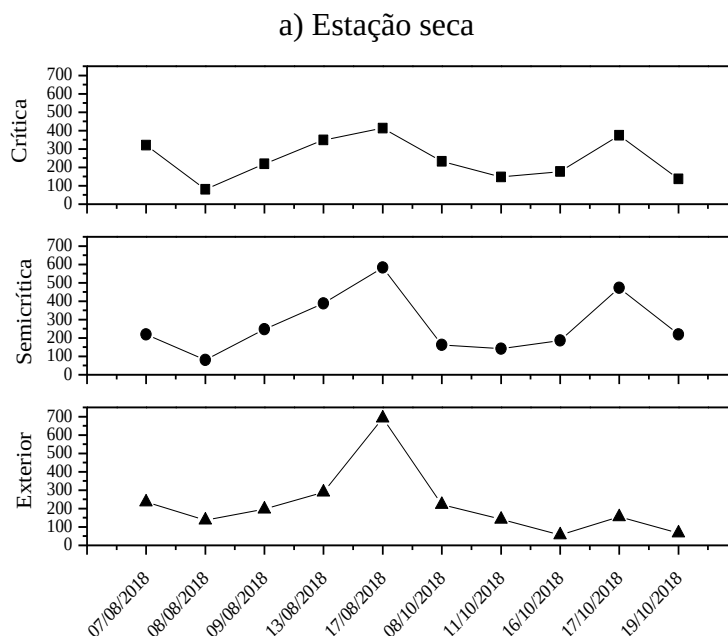
Nesta seção estão apresentados e discutidos os resultados do quantitativo e qualitativo fúngicos considerando as duas estações climáticas (seca e chuvosa) e os ambientes monitorados nas áreas crítica, semicrítica e ambiente externo das duas unidades hospitalares em estudo.

5.2.1 Unidade Hospitalar Primária: Estações Seca e Chuvosa

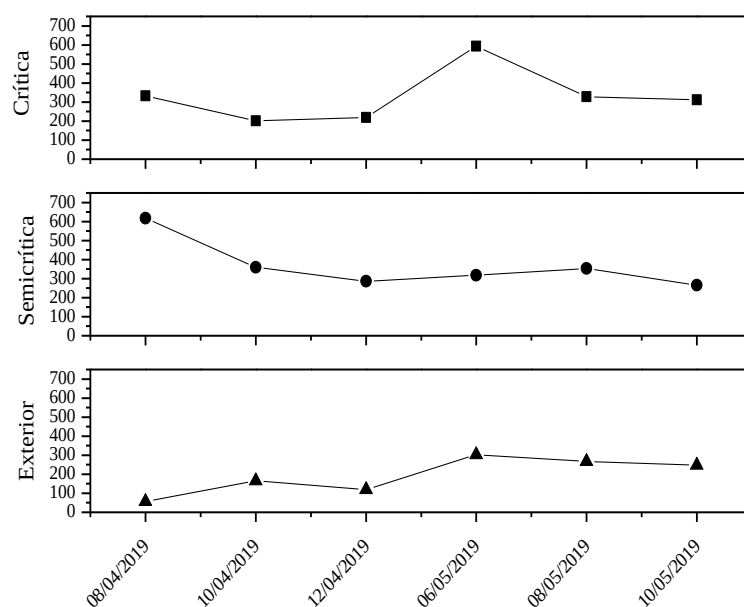
O quantitativo total de fungos durante a estação seca (30 coletas) foi de 7.356 UFC/m³, apresentando média mensal de 245 UFC/m³ e na estação chuvosa (18 coletas) foi de 5.318 UFC/m³, com média mensal de 295 UFC/m³.

Os resultados detalhados relativos ao monitoramento das concentrações fúngicas nos ambientes em estudo estão apresentados na Figura 8 e Tabela 7 a seguir.

Figura 8 – Perfis de concentrações fúngicas nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar primária durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.



b) Estação chuvosa



Fonte: Autor (2020).

Tabela 7 – Quantitativo fúngico nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar primária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.

Estação seca					
Data	Coleta	Unidade hospitalar	Ambiente	Fungos (UFC/m ³)	Relação I/E
07/08/2018	1	Primária	AC	322	1,36
	2		SC	219	0,93
	3		EXT	237	-
08/08/2018	4	Primária	AC	81	0,59
	5		SC	81	0,59
	6		EXT	138	-
09/08/2018	7	Primária	AC	219	1,11
	8		SC	247	1,25
	9		EXT	198	-
13/08/2018	10	Primária	AC	350	1,21
	11		SC	389	1,34
	12		EXT	290	-
17/08/2018	13	Primária	AC	413	0,61
	14		SC	583	0,84
	15		EXT	693	-
08/10/2018	34	Primária	AC	233	1,05
	35		SC	163	0,73
	36		EXT	223	-

11/10/2018	37	Primária	AC	148	1,05
	38		SC	141	1,01
	39		EXT	141	-
16/10/2018	40	Primária	AC	177	3,13
	41		SC	187	3,31
	42		EXT	56	-
17/10/2018	43	Primária	AC	375	2,41
	44		SC	473	3,05
	45		EXT	155	-
19/10/2018	46	Primária	AC	138	2,05
	47		SC	219	3,26
	48		EXT	67	-
Estação chuvosa					
08/04/2019	67	Primária	AC	332	5,88
	68		SC	618	10,9
	69		EXT	56	-
10/04/2019	70	Primária	AC	201	1,21
	71		SC	360	2,17
	72		EXT	166	-
12/04/2019	73	Primária	AC	219	1,82
	74		SC	286	2,38
	75		EXT	120	-
06/05/2019	85	Primária	AC	594	1,87
	86		SC	318	1,05
	87		EXT	304	-
08/05/2019	88	Primária	AC	329	1,39
	89		SC	353	1,49
	90		EXT	237	-
10/05/2019	91	Primária	AC	311	1,26
	92		SC	265	1,07
	93		EXT	247	-

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.

Fonte: Autor (2020).

A análise da Figura 8 e da Tabela 7 mostra que na unidade hospitalar primária em 100% das coletas nas áreas crítica e semicrítica durante a estação seca houve conformidade com o que é recomendado pela ANVISA que descreve um valor limite de 750 UFC/m³.

Na estação seca o intervalo do quantitativo fúngico variaram entre 81 UFC/m³ e 583 UFC/m³ enquanto que na estação chuvosa os valores que variaram foram entre 201 UFC/m³ e 618 UFC/m³ na AC e SC, respectivamente sendo ambas as estações climáticas apresentaram o mesmo perfil de conformidade continua. Estes valores corroboram com o perfil de conforto ambiental nos ambientes investigados descritos anteriormente no corpo desta pesquisa.

Nos dias 17/08 e 17/10 na estação seca em todos os pontos amostrais dos ambientes analisados e no dia 06/05 na estação chuvosa na área crítica os quantitativos fúngicos foram elevados, o que pode ser justificado pelo alto fluxo de pessoas nos locais de análise.

Notadamente, estudos relatam aumento do crescimento fúngico favorecido quando seus propágulos encontram ambientes com elevada umidade relativa do ar elevada, correspondente em alguns casos até 72% (PORTE; MAIA, 2001). Além disso as atividades dos transeuntes nos mais variados locais favorecem a dispersão microbiana (TOIVOLA *et al.*, 2002; KARWOWSKA, 2003).

Na Tabela 7 observa-se que na área crítica quantitativos fúngicos variaram entre 81 UFC/m³ e 413 UFC/m³, enquanto na área semicrítica os valores apresentaram-se entre 81 UFC/m³ e 583 UFC/m³ durante a estação seca.

No período chuvoso foram observadas variações de 201 UFC/m³ a 593 UFC/m³ na área crítica e de 265 UFC/m³ a 618 UFC/m³ na área semicrítica, sendo notória a semelhança de valores entre as determinações de quantitativos fúngicos nas duas diferentes estações climáticas.

Uma outra avaliação da atividade fúngica pode ser feita a partir da determinação da relação I/E (razão de concentração de fungos interior /exterior), a qual segundo a ANVISA tem limite de 1,5, valor que avalia a qualidade do ar interior e se há a tendência epidemiológica de aumento de poluentes no ar exterior.

Neste contexto observa-se que durante a estação seca o percentual de I/E entre as coletas foram 20% superiores ao recomendado pela ANVISA, com quase o dobro de ocorrência na área crítica, enquanto na estação chuvosa esta porcentagem aumenta para 50%.

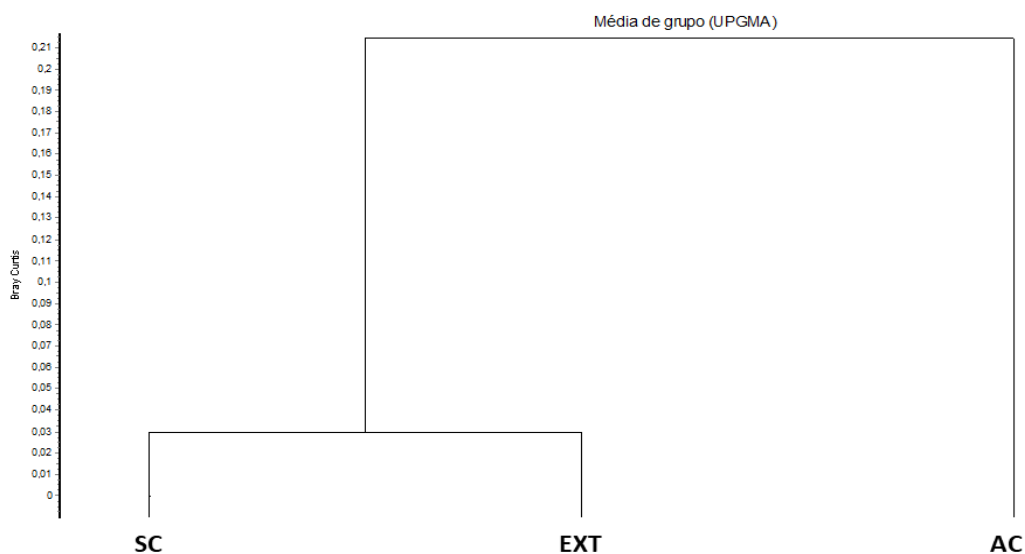
Em estudo realizado por Pinheiro (2017) verificou a relação I/E em enfermarias de um hemocentro na cidade de Fortaleza, Ceará, apontando que em todos os ambientes analisados relações menores que o valor estipulado pela ANVISA.

Quadros *et al.* (2009) avaliaram um hospital e encontraram valores médios de I/E de (0,1 a 0,6) para fungos, valores esses inferiores aos observados neste estudo (0,59 a 3,31).

Com base nos valores da contagem fúngica e visando uma visão mais detalhada da contaminação fúngica nos ambientes foi construído um dendograma de similaridade entre os setores monitorados nas duas estações climáticas.

A Figura 9 apresenta o dendograma de similaridade da contaminação fúngica entre os ambientes monitorados na unidade hospitalar primária.

Figura 9 – Dendograma das concentrações fúngicas nas áreas monitoradas durante a estação seca e chuvosa na unidade hospitalar primária cidade de Fortaleza, Ceará.



AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.
 Fonte: Autor (2020).

O dendograma (Figura 9) mostra que na unidade hospitalar primária a área semicrítica tem similaridade quantitativa com o exterior da unidade hospitalar, mostrando a influência da microbiota exterior na contaminação fúngica do ambiente interior.

A identificação qualitativa fúngica na unidade hospitalar primária está apresentada na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Perfil de identificação fúngica na unidade hospitalar primária durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.

Filo	Família	Gênero	Frequência de ocorrência					
			Estação seca			Estação chuvosa		
			AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
Ascomycota	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i> sp.	100%	100%	100%	100%	83%	100%
		<i>Penicillium</i> sp.	100%	80%	80%	100%	83%	83%
		<i>Paecilomyces</i> sp.	10%	10%	-	-	-	-
	Davidiellaceae	<i>Cladosporium</i> sp.	10%	10%	-	-	-	-
	Hypocreaceae	<i>Acremonium</i> sp.	10%	20%	-	-	33%	16%
		<i>Trichoderma</i> sp.	-	-	10%	-	-	16%
	Pleosporaceae	<i>Curvularia</i> sp.	10%	-	-	-	-	-
		<i>Alternaria</i> sp.	-	-	-	33%	-	-
		<i>Bipolaris</i> sp.	10%	-	-	-	-	-
		<i>Exserohilum</i> sp.	-	-	-	33%	-	-
	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	-	-	30%	50%	50%	33%
	Sordariaceae	<i>Chrysonilia</i> sp.	10%	-	-	-	-	-
	Microascaceae	<i>Scopulariopsis</i> sp.	10%	-	-	-	-	-
		<i>Scedosporium</i> sp.	20%	-	-	-	-	-
	Herpotrichiellaceae	<i>Fonsecaea</i> sp.	-	10%	-	16%	-	-
	Onygenaceae	<i>Chrysosporium</i> sp.	-	-	-	33%	16%	16%
	Identificação Incerta	<i>Scytalidium</i> sp.	-	20%	-	33%	-	-
Zygomycota	Mucoraceae	<i>Mucor</i> sp.	10%	70%	50%	16%	33%	-
		<i>Rhizopus</i> sp.	-	40%	20%	-	16%	16%
	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i> sp.	-	-	-	33%	-	-
	Cunninghamellaceae	<i>Absidia</i> sp.	10%	-	-	16%	-	-
		<i>Cunninghamella</i> sp.	-	10%	-	-	-	-
Basidiomycota	Sporidiobolaceae	<i>Rhodotorula</i> sp.	-	-	10%	-	33%	16%
		<i>Myceria sterilia</i> *	20%	50%	40%	33%	33%	16%

*Hifomicetos não identificados até gênero foram incluídos na ordem Agomycetales. AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

A determinação do espectro de fungos na unidade hospitalar primária mostra 23 gêneros identificados no total, sendo durante a estação seca foram identificados 19 gêneros e na estação chuvosa 14 gêneros. Entre os fungos encontrados na unidade hospitalar primária, os três filos relacionados a estes são considerados de importância médica (TORTORA, 2017).

Salienta-se que a diversidade micológica é representada predominantemente por fungos hialinos, com destaque para os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em que a prevalência foi de 100% em quase todos os ambientes analisados.

Os fungos de maior incidência encontrados nas duas unidades estações climáticas (Tabela 8) são pertencentes aos filos Ascomycota e Zygomycota das famílias Trichocomaceae e Mucoraceae, respectivamente, sendo caracterizados como organismos saprófitos (IARCP, 2002; PEREIRA; SANTOS, 2011; GONÇALVES; SANTANA; PELEGRINI, 2017).

O *Aspergillus*, por sua vez, produz micotoxinas e aflotoxinas, as quais são metabólicos tóxicos que influenciam na saúde humana, proporcionando alterações patológicas e funcionais, além de possuírem caráter cancerígeno (IARCP, 2002; GONÇALVES; SANTANA; PELEGRINI, 2017).

Considerado o perfil fúngico identificado foi possível propor uma classificação dos ambientes quanto ao tipo de micoses com maior incidência nos seres humanos. A categorização foi feita com base no quantitativo de micoses cutâneas (com menor complexidade), micoses subcutâneas, micoses profundas e micoses oportunistas/micetomas (com maior complexidade).

A Tabela 9 apresenta a distribuição dos tipos de micoses que poderiam potencialmente se manifestar nos ambientes interiores a partir dos fungos identificados.

Tabela 9 – Distribuição/frequência dos tipos de micoses que poderiam vir ocorrer nos ambientes interiores com base na presença dos agentes etiológicos monitorados na unidade hospitalar primária durante o período do estudo.

Micose	Seca		Chuvosa	
	AC	SC	AC	SC
Micoses superficiais (cutâneas)	66%	60%	41%	50%
Micoses subcutâneas	75%	90%	50%	62%
Micoses sistêmicas (profundas)	83%	80%	75%	100%
Micoses oportunistas (micetomas)	25%	50%	41%	25%

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica. Fonte: Autor (2020).

A Tabela 9 mostra uma perspectiva de ocorrência elevada de micoses subcutâneas e profundas nos ambientes investigados em todo o período de monitoramento fúngico. Os quadros de micose profunda podem estar associados a inalação dos propágulos fúngicos do gênero *Aspergillus*, descrito como um dos gêneros mais incidentes nas coletas de bioaerossóis e bastante comuns em UTI (SALES, 2009). Ademais ainda é evidente em estudos de qualidade do ar que este é um patógeno primário com caráter oportunista (SOUZA *et al.*, 2019).

Por outro lado, o gênero *Penicillium*, bastante frequente nas coletas, tem associação com as micoses fúngicas do tipo cutânea, subcutânea e sistêmica. Costa *et al.* (2019) em estudo realizado em UTIs de um hospital público na Paraíba verificaram a frequência relativa das espécies fúngicas nos locais, sendo o *Penicillium* o gênero mais frequente entre os encontrados. O *Penicillium* pode estar relacionado a um espectro maior de neoplasias quando comparado ao *Aspergillus*, entretanto com menor agressividade que este.

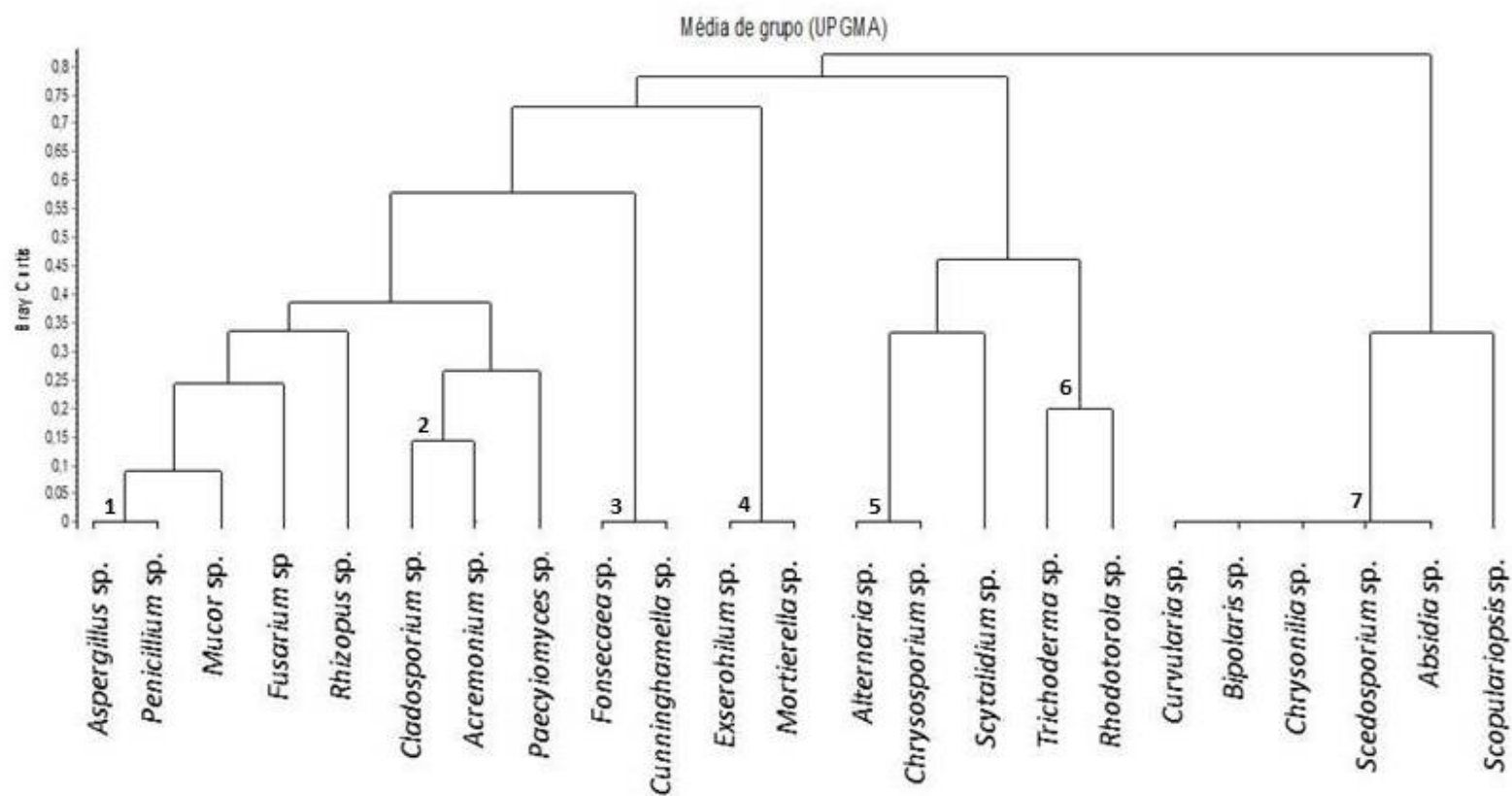
O gênero *Scedosporium* também identificado neste trabalho pode ser relacionado às micoses superficiais, subcutâneas e sistêmicas. Este gênero associa-se fortemente a infecções sistêmicas em pacientes imunossuprimidos principalmente indivíduos com AIDS ou recém transplantados (GUARNER, 2017).

Adicionalmente, os gêneros *Mucor*, *Curvularia*, *Acremonium*, *Bipolaris* podem ser associados aos quatro tipos de micoses. Notadamente as ocorrências de micoses na área semicrítica durante a estação seca podem ser consideradas elevadas e provavelmente associadas a este gênero (70%, na Tabela 8). O *Mucor* que é um zigomiceto da família Mucoraceae, bastante associado a quadro de doenças oportunistas visto que suas estruturas facilitam a dispersão aumentando a propagação fúngica.

Em um cenário de comparação de manifestação de micoses fúngicas entre os ambientes investigados na estação seca verifica-se que a área crítica apresenta maior preocupação quanto a uma possível contaminação microbiológica. A mesma comparação para a estação chuvosa mostra uma contaminação maior na área semicrítica, neste caso por conta do grau de complexidade das micoses apresentadas.

A Figura 10 apresenta o dendograma de similaridade da diversidade fúngica (gênero) nos ambientes monitorados na unidade hospitalar primária.

Figura 10 – Dendrograma da diversidade fúngica (gêneros) na unidade hospitalar primária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.



Fonte: Autor (2020).

A análise do dendograma da Figura 10 mostra que sete grupos de gêneros fúngicos foram formados, a saber: gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (Grupo 1), *Cladosporium* e *Acremonium* (Grupo 2), *Fonsecaea* e *Cunninghamella* (Grupo 3), *Exserohilum* e *Mortierella* (Grupo 4), *Alternaria* e *Chrysosporium* (Grupo 5), *Trichoderma* e *Rhodotorula* (Grupo 6) e *Curvularia*, *Bipolaris*, *Crysonillia*, *Scedosporium* e *Absidia* (Grupo 7). Os Grupos 1, 4, 5, 6 e 7 apresentaram alta similaridade, o que não foi observado para os Grupos 2 e 3.

Neste contexto, o Grupo 1 formado pelos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* apresenta alta probabilidade de que estes fungos se manifestem conjuntamente no mesmo ambiente. Estes gêneros são pertencentes ao mesmo filo e família, liberando ácidos orgânicos impactantes ao meio ambiente e são considerados toxicogênicos e patogênicos (ASEA; KUCEY; STEWART, 1988; MATTY, 1992; PAPAGIANNI; MATTEY, 2004).

Na literatura os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são frequentes em ambientes hospitalares. Gonçalves *et al.* (2018) verificaram em uma UTI de uma unidade hospitalar no Rio Grande do Sul, nos turnos da manhã e tarde, sete gêneros diferentes de fungos, sendo os mais frequentes o *Aspergillus*, o *Penicillium* e o *Cladosporium*, os quais foram encontrados com média de amostragem de aproximadamente 7% nos dois turnos. Apesar dos níveis baixos encontrados do ponto de vista de ocorrência e similaridade, este resultado é semelhante ao observado neste estudo.

Costa *et al.* (2019) identificaram a presença de microrganismos em centros cirúrgicos em uma unidade hospitalar em Petrolina, Pernambuco. Os autores apresentaram como principais gêneros: o *Aspergillus* sp., o *Penicillium* sp., o *Acremonium* sp. e o *Fusarium* sp., os quais também foram encontrados na unidade primária na estação seca e chuvosa.

O Grupo 2 contém fungos *Cladosporium* e *Acremonium*, bastante distintos entre si, mesmo sendo pertencentes ao filo Ascomycota apresentaram menor similaridade.

O gênero *Cladosporium* é caracterizado por ser um fungo demáceo, mielinizados ou pretos, apresentando coloração acastanhada em decorrência do pigmento melânico (dihidroxi naftalenomelanina) na parede celular, o qual funciona como um foto protetor, influenciando no grau de virulência, uma vez que ele protege os organismos do estresse ambiental (exposto a metais pesados, dessecação, condições hiperosmótica, além de altas temperaturas). Ademais, o pigmento limita a presença de nutrientes, reduz o choque de pH e os efeitos da radiação ionizante e ultravioleta (SIDRIM; ROCHA, 2004; ZAITZ *et al.*, 2012).

O outro fungo pertencente a esse grupo de similaridade foi o gênero *Acremonium* que diferentemente do anterior se caracteriza por ser um fungo hialino, saprófito do solo e

bastante disperso no meio ambiente, podendo provocar as patologias em humanos como agentes etiológicos de micoses oportunista e subcutânea (FINCHER *et al.*, 1991).

O Grupo 3 constituído pelos gêneros *Fonsecaea* e *Cunninghamella* agrupa fungos que diferem bastante entre si, sendo o primeiro pertencente ao filo Ascomycota da família Herpeotrichiaellaceae, enquanto o outro pertence ao filo Zycomycota e família Cunninghamellaceae.

O gênero *Fonsecaea* foi encontrado nos ambientes semicrítico e exterior. Estes fungos são bastante associados a plantas, sendo retratados na literatura como gêneros que têm relação com a cromoblastomicose que é um tipo de micose subcutânea, na qual o indivíduo é infectado através de cortes ou perfurações em madeiras, pois é exatamente nesses locais em que o fungo costuma ser encontrado (HOOG *et al.*, 2000).

Estudos apresentam o fungo *Fonsecaea* como agente da doença em 70% a 90% dos casos diagnosticados, ocorrendo em países como Brasil, México, Madagascar e Japão (AMEEN, 2009). Neste trabalho o ambiente no qual foi identificado este fungo encontra-se próximo a uma área verde, local propício para dispersão dos conídios desse gênero.

O Grupo 4 é formado pelos gêneros *Exserohilum* e *Mortierella*, sendo o primeiro pertencente à família Pleosporaceae, ordem Pleosporales. Este grupo é constituído de no mínimo 25 espécies, as quais três espécies são patógenas ao homem (LAU *et al.*, 2007; CUNHA *et al.*, 2012; HERNÁNDEZ-RESTREPO *et al.*, 2018). O gênero *Mortierella* pertence ao filo Zygomycota, de caráter semelhante à família Cunninghamellaceae, sendo caracterizado por sua preferência de crescimento ocorrer meio rico de nutriente, sendo seu desenvolvimento bastante afetado pela presença de carbono, minerais e fonte de nitrogênio.

A *Mortierella* é quitinolítica, ou seja, degrada com muita eficiência a quitina, além de que algumas espécies do gênero degradam também as hemiceluloses em açúcar utilizando a enzima xilanase (DIX; WEBSTER, 1995; HOOG *et al.*, 2000). Apresenta-se ainda como um fungo característico de plantas, podendo sua presença ser justificada pela arborização ao redor da unidade hospitalar, o que facilita assim a dispersão do meio externo para o meio interno.

O Grupo 5 composto pelos gêneros *Alternaria* e *Chrysosporium* ambos pertencentes a mesmo filo, sendo o gênero *Alternaria* característico por ser um fungo abundante na natureza com em média 299 espécies atrelado ao seu gênero, bastante associado como alergênicos quando em contato a sistema respiratório do homem, desencadeando diversos quadros alérgicos principalmente em pessoas com sistema imunológico debilitado (KIRK *et al.*, 2008).

O *Chrysosporium* pertence ao filo Ascomycota da família Onygenaceae e apresenta estruturas de fácil propagação, tem associação direta com quadros clínicos como a histoplasmose, um fungo que realiza conversão para fase leveduriforme em meio enriquecido com a temperatura a 37 °C dependendo das suas condições e características fisiológicas (MORAES; PAES; HOLANDA, 2010).

O Grupo 6 apresenta os fungos *Trichoderma* e *Rhodotorula*. O gênero *Trichoderma* é categorizado por fungos filamentosos, pertencentes ao filo Ascomycota, apresenta aproximadamente 300 espécies, sendo um dos mais diversos. Estes fungos são responsáveis também por produzirem metabólitos secundários que ajudam a suprimir doença, por isso é utilizado na agricultura, indústria e medicina (PACHAURI; SHERKHANEI; MUKHERJEE, 2019).

O gênero *Rhodotorula* é constituído por leveduras pertencentes ao filo Basidiomycota. Este gênero é composto por 37 espécies. Sendo dentre essas três associadas à infecção causada em seres humanos. Ademais este gênero não é tão exigente em relação a nutrientes, crescendo com facilidade na maioria dos meios além de apresentar taxa de crescimento rápido, esse fungo produz a enzima uréase além de não fermentarem carboidratos (FELL *et al.*, 2000; BISWAS *et al.*, 2001; LARONE, 2002).

O Grupo 7 é constituído por cinco fungos que difere entre si em relação ao filo sendo os fungos *Curvularia*, *Bipolaris*, *Chrysonilia* e *Scedosporium*, pertencentes ao filo Ascomycota e o gênero *Absidia* ao filo Zygomycota.

Neste grupo o gênero *Crysonilia* se desenvolve em plantas em decomposição, embora seja encontrado também em residências e pontos comerciais. A *Crysonilia* é um fungo cosmopolita e de crescimento rápido, sendo capaz também de liberar micotoxinas (RAPUNTEAN *et al.*, 2018).

O *Scedosporium* outro constituinte deste grupo de similaridade é descrito na literatura associados a quadro de micetomas que são infecções crônicas e avançadas, principalmente nos olhos, ouvidos, sistema nervoso central, órgãos internos e pulmão (KALTSEIS; RAINER; HOOG, 2009). Suas hifas entrelaçam às células de pessoas com sistema imunológico debilitado gerando casos graves de infecções.

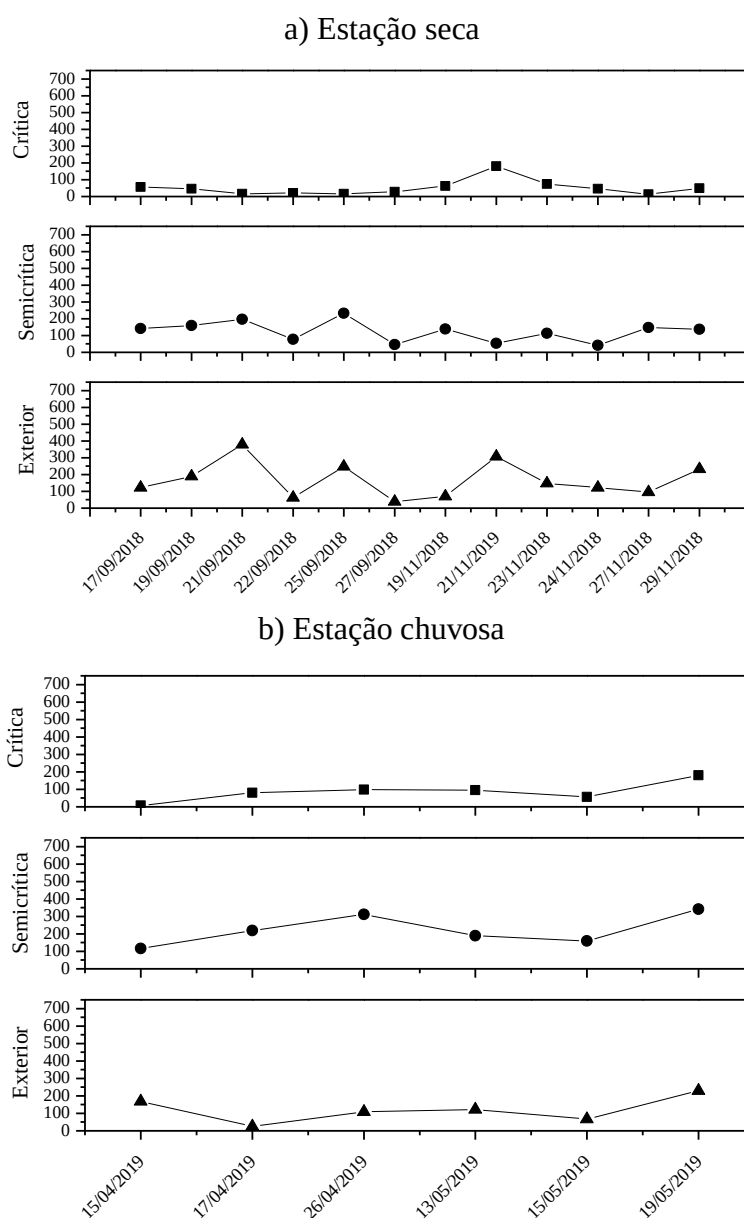
Por fim, o gênero *Absidia* se caracteriza como fungo com potencial grande de dispersão no ar, embora tenha como característica ser encontrado no solo a presença do zigospório facilita sua dispersão no ar.

5.2.2 Unidade Hospitalar Terciária: Estações Seca e Chuvosa

O quantitativo de fungos durante a estação seca (36 coletas) foi de 4.073 UFC/m³, apresentando média mensal de 113 UFC/m³ e na estação chuvosa (18 coletas) foi de 2.583 UFC/m³ com média mensal de 143 UFC/m³.

Os resultados detalhados relativos ao monitoramento das concentrações fúngicas nos ambientes em estudo estão apresentados na Figura 11 e Tabela 10.

Figura 11 – Perfis de concentrações fúngicas nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.



Fonte: Autor (2020).

Tabela 10 – Quantitativo fúngico nas diferentes áreas de atendimento da unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.

Estação seca					
Data	Coleta	Unidade hospitalar	Ambiente	Fungos (UFC/m³)	Relação I/E
17/09/2018	16	Terciária	AC	57	0,46
	17		SC	148	1,20
	18		EXT	124	-
19/09/2018	19	Terciária	AC	46	0,24
	20		SC	159	0,83
	21		EXT	191	-
21/09/2018	22	Terciária	AC	17	0,05
	23		SC	198	0,52
	24		EXT	378	
22/09/2018	25	Terciária	AC	21	0,33
	26		SC	77	1,22
	27		EXT	63	-
25/09/2018	28	Terciária	AC	17	0,07
	29		SC	233	0,94
	30		EXT	247	-
27/09/2018	31	Terciária	AC	28	0,73
	32		SC	46	1,18
	33		EXT	39	-
9/11/2018	49	Terciária	AC	63	0,91
	50		SC	138	1,95
	51		EXT	70	-
21/11/2019	52	Terciária	AC	180	0,59
	53		SC	53	0,17
	54		EXT	307	-
23/11/2018	55	Terciária	AC	74	0,51
	56		SC	113	0,76
	57		EXT	148	-
24/11/2018	58	Terciária	AC	46	0,37
	59		SC	42	0,34
	60		EXT	124	-
27/11/2018	61	Terciária	AC	14	0,15
	62		SC	148	1,56
	63		EXT	95	-
29/11/2018	64	Terciária	AC	49	0,21
	65		SC	138	0,59
	66		EXT	233	-
Estação Chuvosa					
15/04/2019	76	Terciária	AC	7	0,04
	77		SC	117	0,69
	78		EXT	170	-

17/04/2019	79	Terciária	AC	81	3,29
	80		SC	219	8,87
	81		EXT	25	-
26/04/2019	82	Terciária	AC	99	0,91
	83		SC	311	2,84
	84		EXT	110	-
13/05/2019	94	Terciária	AC	95	0,77
	95		SC	191	1,54
	96		EXT	124	-
15/05/2019	97	Terciária	AC	56	0,84
	98		SC	159	2,37
	99		EXT	67	-
19/05/2019	100	Terciária	AC	180	0,78
	101		SC	343	1,49
	102		EXT	230	-

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior.

Fonte: Autor (2020).

Na análise da unidade hospitalar terciária na estação seca o quantitativo fúngico variou entre 17 UFC/m³ a 233 UFC/m³ e na estação chuvosa os valores foram de 7 UFC/m³ a 343 UFC/m³.

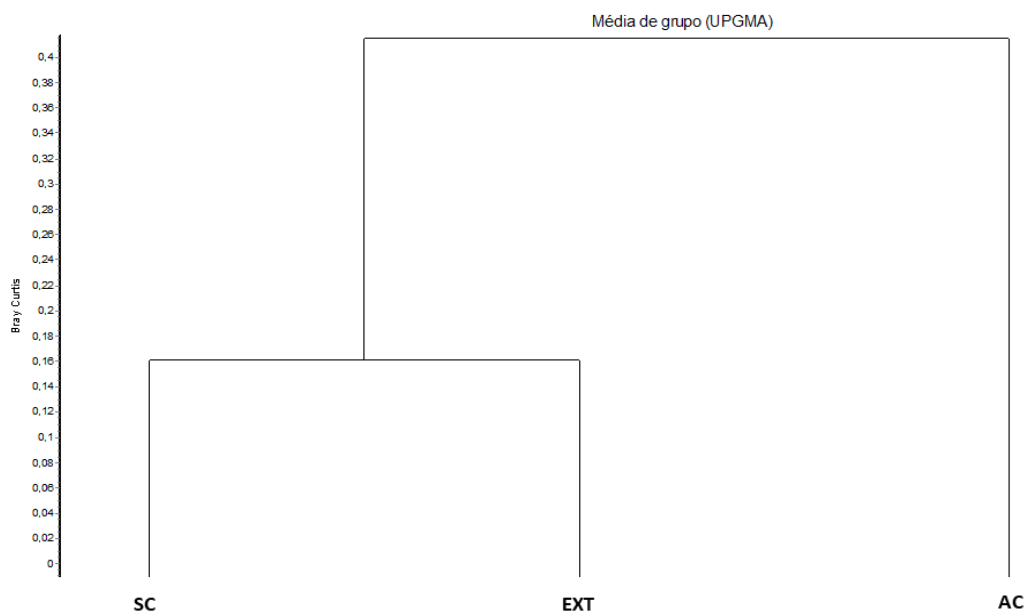
Observa-se que durante o período seco houve conformidade em todas as coletas com o que rege a legislação da ANVISA, apresentando variações nas áreas críticas e semicríticas de 17 UFC/m³ a 180 UFC/m³ e de 46 UFC/m³ a 233 UFC/m³, respectivamente. Na estação chuvosa observa-se perfil de conformidade em relação ao limite da ANVISA de 750 UFC/m³.

Particularmente, no dia 21/11/2018 observa-se um quantitativo fúngico abrupto na AC, o que pode ser justificado em decorrência da presença de pessoas fazendo vistorias e reuniões dentro da UTI no momento da coleta. Enquanto no dia 19/05/2019 o aumento do quantitativo fúngicos em todos os pontos amostrais analisados pode ser relacionado ao início de uma obra próximo aos ambientes de coletas.

Para a razão I/E na estação seca observa-se que 16% das coletas na área semicrítica apresentam valores superiores a 1,5. Na estação chuvosa houve um aumento para 33% de desconformidades, sendo metade desse valor encontrado na área semicrítica.

O dendograma relativo ao quantitativo (médias) nas estações seca e da chuvosa na unidade hospitalar terciária está apresentado na Figura 12 a seguir.

Figura 12 – Dendograma de similaridade entre concentrações fúngicas nas áreas monitoradas durante a estação seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária da cidade de Fortaleza, Ceará.



AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

Na Figura 12 observa-se que a área semicrítica apresenta similaridade quantitativa com o meio exterior quando se consideram as duas estações climáticas analisadas, o que é um resultado semelhante para o mesmo tipo de estudo na unidade hospitalar primária.

A identificação qualitativa da contaminação fúngica na unidade hospitalar terciária está apresentada na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Perfil de identificação fúngica na unidade hospitalar terciária durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará.

Filo	Família	Gênero	Frequência de ocorrência					
			Estação seca			Estação chuvosa		
			AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
Ascomycota	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i> sp.	83%	100%	91%	60%	100%	83%
		<i>Penicillium</i> sp.	75%	66%	91%	100%	100%	83%
	Davidiellaceae	<i>Cladosporium</i> sp.	-	-	-	-	16%	-
		<i>Acremonium</i> sp.	-	-	8%	-	-	33%
	Hypocreaceae	<i>Trichoderma</i> sp.	8%	16%	16%	-	16%	16%
	Pleosporaceae	<i>Alternaria</i> sp.	-	8%	-	-	16%	-
		<i>Bipolaris</i> sp.	-	8%	8%	-	-	-
	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	-	16%	25%	16%	50%	-
	Microascaceae	<i>Scopulariopsis</i> sp.	-	-	-	50%	-	16%
		<i>Scedosporium</i> sp.	-	8%	-	-	-	-
		<i>Exophiala</i> sp.	-	-	-	16%	-	-
	Herpotrichiellaceae	<i>Cladophialophora</i> sp.	-	-	-	-	-	16%
	Onygenaceae	<i>Chrysosporium</i> sp.	-	-	-	16%	-	-
	Identificação incerta	<i>Scytalidium</i> sp.	25%	-	-	-	-	33%
Zygomycota	Mucoraceae	<i>Mucor</i> sp.	25%	16%	16%	50%	33%	16%
		<i>Rhizopus</i> sp.	-	-	25%	-	-	33%
	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i> sp.	-	8%	8%	-	-	-
Basidiomycota	Sporidiobolaceae	<i>Rhodotorula</i> sp.	-	8%	-	-	33%	-
		<i>Myceria sterilia</i> *	25%	33%	8%	33%	-	16%

*Hifomicetos não identificados até gênero foram incluídos na ordem Agomycetales. AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

No tocante ao espectro fúngico na unidade terciária observou-se a presença 18 gêneros fúngicos, no total, sendo 13 gêneros na estação seca e 15 na chuvosa. Esses resultados corroboram com os relatados por Pantoja (2016) que identificou 17 gêneros fúngicos em um hospital terciário na cidade de Fortaleza.

Notadamente, os filos Ascomycota, Basidiomycota e Zygomycota foram encontrados na unidade hospitalar terciária. Na estação seca os fungos mais incidentes foram os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, enquanto na chuvosa destacaram-se o *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium* e *Scopulariopsis* (Tabela 11).

O gênero *Aspergillus* foi o mais prevalente em todos os ambientes monitorados em ambas as estações climáticas, sendo apresentado na literatura como responsável por diversas problemáticas. Silva (2017) realizou uma pesquisa em uma maternidade em Pernambuco avaliando a presença fúngica nas salas de parto, procedimentos cirúrgicos e pós-parto. Os principais achados nesses ambientes foi a espécie *Aspergillus fumigatus*, apresenta caráter toxicogênico, mesmo em pessoas com sistema imunológico estável.

Assim como avaliado para a unidade hospitalar primária, na Tabela 12 a seguir está apresentado o perfil de distribuição dos tipos de micoses que poderiam ocorrer nos ambientes interiores da unidade hospitalar terciária a partir dos fungos identificados nas áreas de atendimento crítica e semicrítica.

Tabela 12 – Distribuição/frequência dos tipos de micoses que poderiam vir ocorrer nos ambientes interiores com base na presença dos agentes etiológicos monitorados na unidade hospitalar terciária durante o período do estudo.

Micose	Seca		Chuvosa	
	AC	SC	AC	SC
Micoses superficiais (cutâneas)	60%	63%	71%	62%
Micoses subcutâneas	80%	72%	42%	62%
Micoses sistêmicas (profundas)	100%	100%	100%	100%
Micoses oportunistas (micetomas)	20%	18%	14%	12%

AC: Área crítica; SC: Área semicrítica.

Fonte: Autor (2020).

Na área crítica (AC) da estação seca a diversidade fúngica foi representada por quatro gêneros, sendo os mais frequentes o *Aspergillus* (83%), o *Penicilium* (75%), o *Scytalidium* (25%) e o *Mucor* (25%).

Costa *et al.* (2019) isolaram em um centro cirúrgico fungos e bactérias sendo *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp. e *Fusarium* sp., os principais gêneros identificados no ar. Ao fazer uma comparação aos achados da atual pesquisa observa-se que os resultados são similares frente aos dados encontrados nesta pesquisa (Tabela 11).

Outros gêneros também observados na Tabela 11, bastante frequentes nas coletas realizadas na área crítica da estação seca foram o *Mucor* e o *Scytalidium*, sendo o primeiro considerado saprófito e algumas de suas espécies provocadoras de doenças ao ser humano (SILVA; COELHO, 2006). Esses fungos se caracterizam como agentes causadores de infecções oportunistas.

O gênero *Scytalidium* é categorizado como fungo filamentoso, sapróbio do solo e plantas, sendo também descritos como patógeno primário em unhas e associados a infecções ungueais (CURSI, 2011). Alguns estudos também trazem este gênero como responsável pela onicomiose (LACROIX *et al.*, 2006). Ademais este fungo pode provocar até três tipos de micoses: superficial, subcutânea e sistêmica.

Na área semicrítica (SC) durante a estação seca observa-se um espectro fúngico que contabiliza 10 gêneros distintos, e neste caso os mais incidentes foram o *Aspergillus* (100%), o *Penicillium* (66%), o *Trichoderma* (16%), o *Fusarium* (16%) e o *Mucor* (16%). Semelhante ao observado na unidade hospitalar primária o maior percentual de infecções foi relacionado a micoses sistêmicas ou profundas com 100% de ocorrência em todos os ambientes.

Outro fungo relacionado nesta etapa do estudo é o gênero *Fusarium* responsável por causar micoses superficiais e sistêmicas. Este fungo tem sua classificação taxonômica constituída por um estado anamorfo (LESLE; SUMMERELL, 2006), além de ser um dos principais responsáveis pelas ceratites ocasionadas pela contaminação de lentes de contato.

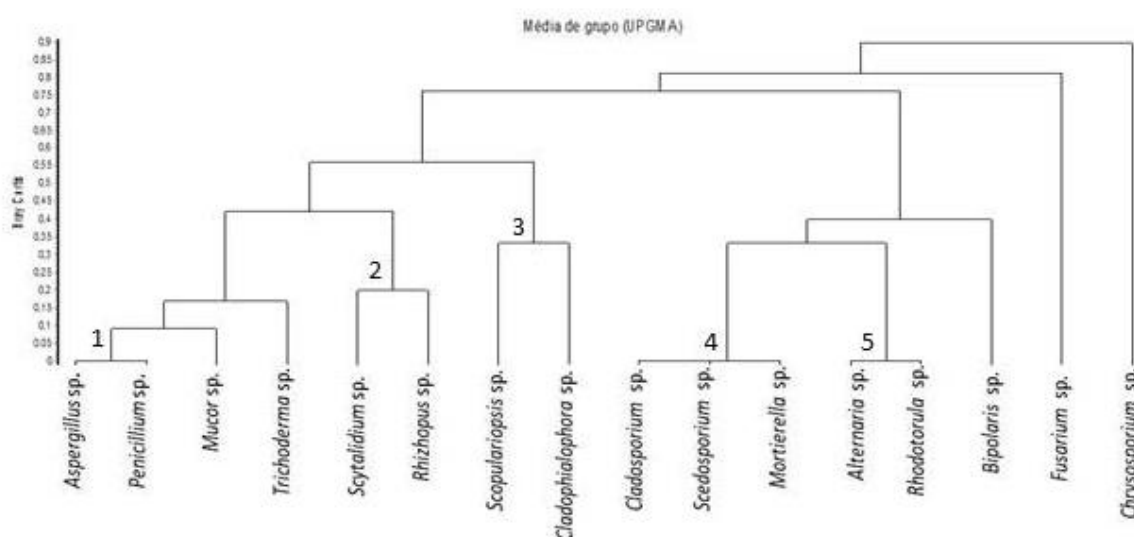
O gênero *Scopulariopsis* apresenta em média 22 espécies identificadas, comumente encontradas no solo e em outros tipos de matérias. Em ambientes internos é facilmente encontrado no piso, parede e no ar, como observado no presente estudo (ISSAKAINEN *et al.*, 2007; KIRK *et al.*, 2008). Esse gênero é associado a micoses superficiais e sistêmicas.

Oportunamente relata-se ainda fungos com menores ocorrências como: *Alternaria* (8%), *Bipolaris* (8%), *Scedosporium* (8%), *Mortierella* (8%) e *Rhodotorula* (8%), sendo esse perfil fúngico associado a proliferação de micoses superficiais, subcutâneas, sistêmica e oportunista.

Em um cenário de comparação referente à manifestação de micoses fúngicas entre os ambientes monitorados tanto na estação seca quanto a chuvosa observa-se a necessidade de cuidados sanitários quanto a qualidade do ar.

A Figura 13 apresenta um dendograma de similaridade frente a diversidade fúngica (gêneros) nos ambientes monitorados na unidade hospitalar terciária.

Figura 13 – Dendograma da diversidade fúngica (gênero) na unidade hospitalar terciária em estudo durante as estações seca e chuvosa na cidade de Fortaleza, Ceará



Fonte: Autor (2020)

O dendograma da Figura 13 mostra a formação de cinco grupos de similaridade, a saber: gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (Grupo 1), *Scytalidium* e *Rhizopus* (Grupo 2), *Scopulariopsis* e *Cladophialophora* (Grupo 3), *Cladosporium*, *Scedosporium* e *Mortierella* (Grupo 4) e *Alternaria* e *Rhodotorula* (Grupo 5). Os grupos 1, 4 e 5 apresentam similaridade máxima segundo a escala de Bray-Curtis o que não é observado nos grupos 2 e 3.

Como observado na estação seca, o Grupo 1 foi formado pelos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em decorrência da alta frequência dos mesmos nas coletas realizadas. Estes gêneros pertencem à mesma família e filo e, além disso, são prevalentes em ambientes internos e superfícies (AGARWAL *et al.*, 2010).

Pereira *et al.* (2014) verificaram em um centro cirúrgico em uma unidade hospitalar em Rondônia uma diversidade fúngica com predominância dos gêneros *Fusarium*

(32%), *Curvularia* (16%) e *Aspergillus* (13%) no turno manhã. No turno da tarde destacaram-se as leveduras (21%), *Cladosporium* (16%) e *Penicillium* (16%).

Estes resultados corroboram com os dados qualitativos de frequência de gêneros fúngicos apresentados na Tabela 11, além de alguns desses fungos também fazerem parte dos grupos de similaridades relatados nos dendogramas dos ambientes em estudo.

Para o Grupo 2 contendo os gêneros *Scytalidium* e *Rhizopus* com perfil de similaridade de 0,2 pela escala de Bray-Curtis destaca-se as possíveis associações a quadro de dermatites. O *Scytalidium* apresenta como característica a produção de enzimas extracelulares, como amilases, proteases, (queratinases) e lipases, possuindo importante atividade proteolítica e patogênese representada pela hidrólise da queratina presente nas unhas e no extrato córneo da pele. Estes fungos geralmente não se desenvolvem em meio de cultura contendo cicloheximida e apresenta alta resistência aos antifúngicos usados tradicionalmente na clínica médica (OYEKA; GUGNANI, 1991; LÓPEZ-JODRA; TORRES-RODRÍGUEZ, 1999).

O gênero *Rhizopus* é caracterizado por se apresentar como fungo de fácil dispersão, com associação ao “bolor do pão” como descrito em diversos livros. É descrito na literatura com associados a quadros de mucomicoses, geralmente se manifestando em decorrência da condição de vida do paciente. Tem um fácil desenvolvimento devido à acentuada habilidade sacarolítica, o que justifica sua proliferação rápida quando isolado (EUCKER *et al.*, 2001; CHAYAKULKEEREE; GHANNOUM; PERFECT, 2006).

O Grupo 3 formado a partir dos fungos *Scopulariopsis* e *Cladophialophora* apresentou perfil de similaridade de 0,35; apresenta a predominância de fungos distintos, sendo o *Scopulariopsis* classificado como hialino, anamorfo, saprófito e com patogenicidade em animais e pessoas sendo encontrado comumente no solo ou em madeira em decomposição. Quanto a morfologia sua colônia apresenta-se com superfície granulosa inicialmente branca que rapidamente se transforma adquirindo uma cor castanha clara sendo as bordas mais claras (HOOG *et al.*, 2000). O *Cladophialophora* é caracterizado como fungo demáceo com parede celular mielinizada e alta resistência a temperatura extremas como já mencionado (HOFFMAM, 2011).

Em relação ao Grupo 4, ele contém os gêneros *Cladosporium*, *Scedosporium* e *Mortierella*, constituintes dos filos Ascomycota e Zygomycota, sendo também encontrados como perfil de similaridade na unidade hospitalar primária.

O gênero *Cladosporium* é categorizado como fungo teleomorfo sendo considerado um dos maiores grupos e de maior heterogeneidade (média 772 espécies). Isso

lhe confere uma grande variedade morfológica com disposição nos mais variados substratos, além de ser cosmopolita (DUGAN *et al.*, 2004; BENSCH *et al.*, 2012).

As espécies desse gênero são apresentadas na literatura como fungos que tem conídios pequenos, formando cadeias ramificadas e com adaptações para propagação e dispersão a longas distâncias (BENSCH *et al.*, 2012).

Esses fungos demáceos apresentam melanina na sua parede celular, o que caracteriza coloração enegrecida. Além disso, a disposição dessa coloração pode também ter relação com o fator de virulência, se apresentando como fungos mais resistentes às condições extremas, como alterações de temperatura, calor etc. Dentro da diversidade fúngica relatada nesse grupo, em média 70 espécies estão relacionadas às infecções humanas (REVANKAR, 2007; NAJAFZADEH *et al.*, 2009; BADALI, 2010; ZOLNERKEVIC, 2011).

Estas espécies são superficialmente semelhantes e retratadas também como agente de decomposição, atuantes na deterioração de componentes orgânicos e promotores de alergias, infecções fúngicas cutâneas, subcutâneas e sistêmica, doenças em animais e plantas (HOFFMANN, 2011; BENSCH *et al.*, 2012).

Lobato *et al.* (2009) em análises do ar em um hospital do Rio Grande do Sul relataram 75% de ocorrência do gênero *Cladosporium*, sendo este gênero associado a surgimentos de alergias respiratórias como asma, rinite e pneumonites, comuns em pacientes hospitalizados com sistema imunodeprimido (LOPES, 2016).

Em relação ao *Scedosporium* fungo pertencente ao filo Ascomycota, o mesmo se apresenta como fungo associado a quadros de micetomas e infecções subcutâneas em áreas de cartilagem e articulações, sendo a população mais afetada com esse problema representada por indivíduos saudáveis imunologicamente (KALTSEIS; RAINER; HOOG, 2009; LACKNER; GARRO, 2013).

Quanto ao gênero *Mortierella*, classificado como um zigomiceto, o crescimento é favorecido quando o meio contém uma diversidade grande de nutrientes. Este fungo degrada com facilidade açúcares principalmente os encontrados em plantas (DIX; WEBSTER, 1995; HOOG *et al.*, 2000). Este gênero também fez parte de um perfil de similaridade já observado na unidade hospitalar primária.

Para o Grupo 5 constituído pelos gêneros *Alternaria* e *Rhodotorula* observa-se também características fúngicas bastante distintas entre si, sendo classificados respectivamente nos filos Ascomycota e Basidiomycota. O gênero *Alternaria* é classificado pela alta plasticidade morfológica apresentando variações consideráveis em função do local onde é encontrado, o que torna difícil a identificação (ZHENG *et al.*, 2017). Ademais são

descritos na literatura como fitopatogênicos além de provocar danos aos mais demasiados produtos e frutas (GABRIEL *et al.*, 2017).

O outro gênero fúngico encontrado nesse perfil, o *Rhodotorula* apresenta-se como aeróbio e com características metabólicas peculiares. Neste contexto destaca-se a capacidade de acumulação de lipídios durante seu crescimento, além do acúmulo de carotenóides (LI *et al.*, 2010; DWORECKA-KASZAK; KIZERWETTER-SWIDA, 2011; MOLINÉ; LIBKIND; VAN BROOCK, 2012). Em tempo, ressalta-se que esse fungo foi o único dentre os gêneros identificados neste estudo que é categorizado como uma levedura.

Em geral observa-se que muitos dos gêneros mencionados na unidade hospitalar primária também foram encontrados na unidade hospitalar terciária, inclusive apresentando o mesmo perfil de similaridade, segundo Bray-Curtis. Assim, os dados fúngicos nas unidades primária e terciária foram confrontados visando uma análise comparativa entre os achados da pesquisa, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Distribuição de quantitativo fúngico nas unidades hospitalares primária e terciária em estudo na cidade de Fortaleza, Ceará.

Área	Unidade hospitalar primária		Unidade hospitalar terciária		Unidade hospitalar primária		Unidade hospitalar terciária	
	Estação seca				Estação chuvosa			
	QF _{Total} (UFC/m³)	Média ± DP	QF _{Total} (UFC/m³)	Média ± DP	QF _{Total} (UFC/m³)	Média ± DP	QF _{Total} (UFC/m³)	Média ± DP
Crítica	2456	245 ± 113	614	51 ± 45	1906	331 ± 140	519	86 ± 56
Semicrítica	2702	270 ± 159	1494	124 ± 60	2200	366 ± 128	1340	223 ± 87
Exterior	2198	219 ± 181	2020	160 ± 104	1130	188 ± 91	725	120 ± 72

QF_{Total}: Quantitativo fúngico total.

Fonte: Autor (2020).

Na Tabela 13 observa-se, apesar da grande variação existente entre as unidades hospitalares, que, ambas estão de acordo com o que é determinado pela legislação da ANVISA quanto ao valor máximo permitido de até 750 UFC/m³.

Na estação seca, na unidade hospitalar primária foram encontrados os maiores quantitativos totais de fungos em todas as áreas quando comparado a unidade terciária. Por outro lado, quanto aos valores médios da contaminação fúngica o ambiente mais inadequado foi a área semicrítica durante a estação chuvosa. Ressalta-se que a ausência de uma legislação

mais restritiva influência diretamente a quantidade do ar como também na quantidade de contaminantes que possa ser encontrado.

5.3 Análises de Correlação

Para análise estatística de correlação entre duas variáveis foi utilizado coeficiente de Pearson (r), quantificado por um número que pode variar entre -1 e $+1$, em que “0” significa que não existe correção e “1” caracteriza uma correlação completa, o sinal de r demonstra a direção da correlação. Um r negativo significa que as variáveis estão inversamente relacionadas.

A correlação é determinada como uma relação que existe entre fenômenos ou entre variáveis matemáticas ou estatísticas que tendem a variar, estar associadas ou ocorrem em conjuntos de uma forma que não é esperada apenas pelo acaso (AKOGLU, 2018).

O Quadro 2 a seguir apresenta a regra geral para interpretação das correlações entre as estações climáticas em estudo, bem como das unidades hospitalares e suas áreas quanto aos parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico.

Quadro 2 – Regra para interpretação do tamanho de um coeficiente de correlação de Pearson.

Tamanho da correlação	Interpretação
0,90 a 1,00 (–0,90 a –1,00)	Correlação positiva (negativa) muito alta
0,70 a 0,90 (–0,70 a –0,90)	Correlação positiva (negativa) alta
0,50 a 0,70 (–0,50 a –0,70)	Correlação positiva (negativa) moderada
0,30 a 0,50 (–0,30 a –0,50)	Correlação positiva (negativa) baixa
0,00 a 0,30 (–0,00 a –0,30)	Correlação insignificante

Fonte: Mukaka (2011).

Os estudos de correlação (r de Pearson) e do teste de significância (p -value) foram executados para um nível de significância de 95% ($p < 0,05$), considerando os valores médios calculados para os parâmetros de conforto ambiental e de fungos. As Tabela 14 e 15 apresentam os valores de correlação (r) determinados neste trabalho.

Tabela 14 – Coeficientes de Pearson (r) para parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar primária.

	Estação seca			Estação chuvosa		
	AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
Temperatura						
AC	1			1		
SC	0,0504	1		-0,2087	1	
EXT	0,4918	0,5640	1	0,1970	-0,2960	1
Umidade relativa do ar						
AC	1			1		
SC	0,1058	1		-0,3933	1	
EXT	0,1238	-0,4419	1	0,8830	-0,2243	1
Dióxido de carbono						
AC	1			1		
SC	0,0694	1		-0,4562	1	
EXT	-0,0100	-0,1391	1	0,4525	-0,1894	1
Fungos anemófilos						
AC	1			1		
SC	0,8850	1		-0,0144	1	
EXT	0,6986	0,72619	1	0,6148	0,6777	1

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

Tabela 15 – Coeficientes de Pearson (r) para parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas estações seca e chuvosa na unidade hospitalar terciária.

	Estação seca			Estação chuvosa		
	AC	SC	EXT	AC	SC	EXT
Temperatura						
AC	1			1		
SC	-0,5190	1,0000		0,6552	1	
EXT	0,1826	-0,0674	1,0000	0,1370	0,2880	1
Umidade relativa do ar						
AC	1			1		
SC	0,6463	1,0000		0,4391	1	
EXT	0,0050	-0,0010	1,0000	-0,6135	-0,1395	1
Dióxido de carbono						
AC	1			1		
SC	-0,3114	1		-0,4358	1	
EXT	0,0856	0,6988	1	0,5076	0,3185	1
Fungos anemófilos						
AC	1			1		
SC	-0,5436	1		0,8957	1	
EXT	0,2597	0,3295	1	0,4013	0,3309	1

AC: Área crítica, SC: Área semicrítica, EXT: Exterior. Fonte: Autor (2020).

Na Tabela 14 observam-se correlações de insignificantes a moderadas (r de $-0,456$ a $0,564$) entre os parâmetros de conforto ambiental nas áreas crítica e semicrítica e ambiente exterior da unidade hospitalar primária durante as estações seca e chuvosa.

Para o quantitativo fúngico correlações positivas de moderadas a forte (r de $0,614$ a $0,726$) foram observadas entre as áreas crítica e semicrítica e o meio exterior independente da estação climática no período do monitoramento. Em tempo, destaca-se a correlação forte ($r = 0,885$) entre a área crítica e a área semicrítica, particularmente durante a estação seca.

Na Tabela 15 observa-se para os parâmetros de conforto ambiental na unidade hospitalar terciária comportamento de correlação de insignificante a moderado (r de $-0,613$ a $0,699$), semelhante ao verificado na unidade hospitalar primária. Particularmente, destaca-se uma correlação forte do quantitativo fúngico ($r = 0,8957$) entre a área crítica e a área semicrítica durante a estação chuvosa.

Pinheiro (2017) em seu trabalho revelou correlações fortes do quantitativo de fungos e bactérias ($r > 0,820$) para todos os ambientes investigado em um hemocentro na cidade de Fortaleza, Ceará.

Já Alcântara (2019) em sua pesquisa em ambulatórios, laboratórios e o meio exterior em um centro de hematologia e hemoterapia verificou uma correlação negativa ($r = -0,7598$) na análise entre meio externo e o ambulatório dos valores do quantitativo fúngico. Este comportamento difere dos achados desta pesquisa onde se observa uma forte correlação positiva entre os dois ambientes interiores durante a estação chuvosa ($r = 0,8957$).

A análise de significância para os parâmetros de conforto ambiental nos ambientes de atendimento nas unidades hospitalares em estudos está disposta na Tabela 16.

Tabela 16 – Análise da significância ($p < 0,05$) para os parâmetros de conforto ambiental e quantitativo fúngico nas áreas de atendimento das unidades hospitalares primária e terciária na cidade de Fortaleza, Ceará.

Parâmetros	Unidade hospitalar primária (AC + SC)	Unidade hospitalar terciária (AC + SC)
	<i>p-value</i>	
Temperatura (°C)	0,1057	0,4872
Umidade relativa do ar (%)	$7,06E^{-07}$	0,7938
CO ₂ (ppm)	0,0399	0,0832
Fungos (UFC/m ³)	0,0712	0,0426

Fonte: Autor (2020).

A Tabela 16 mostra na avaliação do conforto ambiental que a umidade relativa do ar e a concentração de CO₂ apresentaram-se significativamente diferentes entre as áreas críticas e semicríticas da unidade hospitalar primária ($p < 0,05$). Na unidade hospitalar terciária apenas a concentração de fungos apresenta valores significativamente diferentes.

Em estudo realizado em ambientes ocupacionais na cidade de Fortaleza, Ceará Pantoja (2016) não observou correlações de significância entre os valores médios dos parâmetros sazonais (temperatura, umidade, precipitação pluviométrica) e do quantitativo fúngico, o que difere do observado neste estudo.

6. CONCLUSÕES

A realização do estudo permitiu avaliar o conforto ambiental quanto aos parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar, CO₂ e a presença de fungos em unidades hospitalares com diferentes complexidades de atendimento hospitalar na cidade de Fortaleza, Ceará, tipicamente caracterizada como uma grande cidade brasileira.

Em relação ao conforto ambiental, na unidade hospitalar primária durante a estação seca uma análise de desconformidade considerando ambos os hospitais e áreas investigadas mostrou valores de 52% de irregularidades para a temperatura, 22% para a umidade relativa do ar e de 32% para as concentrações de CO₂, referenciadas as legislações da Anvisa e da OMS.

Na estação chuvosa, em contexto global, as desconformidades mostraram valores de 50%, 29% e 38% para os parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar e CO₂.

No tocante ao quantitativo fúngico observou-se- que as concentrações encontradas em ambos os hospitais investigados estão de acordo com a legislação da ANVISA. Ademais a análise do espectro de diversidade fúngica mostrou uma maior frequência dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, os quais foram encontrados em todas as etapas de monitoramento. Esta situação caracteriza um quadro preocupante da qualidade do ar interior quanto a natureza dos bioaerossóis microbianos presentes nas unidades de atendimento hospitalar em estudo.

Uma avaliação dos possíveis tipos de micose nos ambientes em estudo mostrou a prevalência de micoses sistêmicas ou profundas, sendo este resultado é importante para ações as Comissões de Controle de Infecção Hospitalar ou Núcleo de Vigilância Sanitária de cada unidade hospitalar para que possam vir a interferir na saúde dos transeuntes locais.

A análise estatística relata baixas correlações e significâncias entre os parâmetros de conforto ambiental nas áreas monitoradas das unidades hospitalares, entretanto para a concentração fúngica foram observadas correlações fortes entre as áreas crítica e semicrítica tanto na estação seca da unidade primária como na estação chuvosa na unidade terciária. Correlações de moderadas a forte foram identificadas entre os fungos de ambas as áreas de atendimento da unidade primária e o meio exterior nas duas estações climáticas monitoradas.

De forma geral os dados obtidos revelaram consideráveis níveis de contaminação fúngica nos ambientes hospitalares em estudo, evidenciando a necessidade de procedimentos de melhora dos processos de tratamento do ar interior.

Os resultados do estudo sugerem ainda a necessidade de reformulação da legislação nacional quanto a presença de fungos no ar interior em ambientes hospitalares climatizados, incluindo alterações na frequência temporal de acompanhamento e definição de um valor mais restritivo para concentrações (UFC/m³) dos microrganismos monitorados.

7. PESPECTIVAS FUTURAS

Como sugestões a continuidade desta pesquisa sugere-se:

- i. Investigar a presença dos compostos orgânicos voláteis microbianos juntamente ao material microbiológico, a fim de delimitar um perfil de compostos orgânicos voláteis fúngicos.
- ii. Identificar os gêneros a nível de espécies através de técnicas moleculares proporcionando maior precisão e delimitação dos agentes etiológicos que podem promover as micoses nesses locais.
- iii. Realizar monitoramentos mais amplos com intuito de identificar a micobiota mais detalhada desses espaços como também de outras áreas e níveis hospitalares contribuindo para estudos que venham a preencher a deficiência ou inexistência de trabalhos nas áreas de qualidade do ar interior em todos os níveis de atendimento hospitalar.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, F.; SAMAEL, M. R. The effect of temperature on airborne filamentous fungi in the indoor and outdoor space of a hospital. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 17, p. 16868-16876, 2019.
- ABDUL-WAHAB, S. A. *et al.* A review of standards and guidelines set by international bodies for the parameters of indoor air quality. **Atmospheric Pollution Research**, v. 6, n. 5, p. 751-767, 2015.
- AGARWAL R. *et al.* *Aspergillus* hypersensitivity and allergic bronchopulmonary aspergillosis in patients with acute severe asthma in a respiratory intensive care unit in North India. **Mycoses**, v. 53, n. 2, p.138-143, 2010.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 104, de 23 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a alteração das Resoluções da Diretoria Colegiada - RDC nº64/2012 e nº 39/2014, para a inclusão, alteração e exclusão de Denominações Comuns Brasileiras - DCB, na lista completa das DCB da Anvisa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 169, 01 de set. 2016. Seção 1, p. 46.
- AINSWORTH, G. C. **Dictionary of the fungi**, 10. ed. Wallingford: Cabi, 2008. 447p.
- AKOGLU, H. User's guide to correlation coefficients. **Turkish journal of emergency medicine**, v. 18, n. 3, p. 91-93, 2018.
- ALCANTARA, F. L. **Avaliação do conforto ambiental e da qualidade do ar interior em um centro de hematologia e hematologia e hemoterapia na cidade de Fortaleza, Ceará**, 2019.101 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semiárido do Centro de Ciências e Tecnologia) - Programa de Ciências Físicas Aplicada, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ALFA, M. T.; ÖZTÜRK, A. Perceived indoor environmental quality of hospital wards and patients' outcomes: A study of a general hospital, Minna, Nigeria. **Applied Ecology and Environmental research**, v. 17, n. 4, p. 8235-8259, 2019.
- ALMEIDA, A. C. G.; ARAUJO, J. M. **Análise microbiológica da qualidade do ar em ambiente hospitalar na região oeste do Paraná**. 2018. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.
- ALMEIDA, P. Z. *et al.* Bioprospecção e caracterização da atividade amilolítica de fungos filamentosos da Mata Atlântica Brasileira. **Biota Neotrop.**, v. 17, n. 3, p. e20170337, 2017.
- ALVANCHI, A. *et al.* Air pollution concentration near sensitive urban locations: A missing factor to consider in the grade separation Project. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, n. 10, p. 824-832, 2019.
- AMEEN, M. Chromoblastomycosis: clinical presentation and management. **Clinical and Experimental Dermatology: Clinical dermatology**, v. 34, n. 8, p. 849-854, 2009.

ARBEX, M. A. *et al.* A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumonia**, v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012.

AQUINO, S. *et al.* Analysis of fungal contamination in vehicle air filters and their impact as a bioaccumulator on indoor air quality. **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 11, p. 1143-1153, 2018.

ARRUK, V. G. **Avaliação do sistema complemento e produção de anticorpos de pacientes HIV negativos com neurocriptococose**. 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Medicina) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ASHMORE, M. R. E.; DIMITROULOPOULOU, C. Personal exposure of children to air pollution. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 1, 128-141, 2009.

ASHRAE. American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers. **Standard 62.1-2013**: ventilation for acceptable indoor air quality. EUA: ASHRAE, 2013a.

ASHRAE. American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers. **Standard 55-2013**: thermal environmental conditions for human occupancy (ansi approved) and user's manual set. EUA: ASHRAE, 2013b.

ASEA, P. E. A.; KUCEY, R. M. N.; STEWART, J. W. B. Inorganic phosphate solubilization by two *Penicillium* species in solution culture and soil. **Soil Biol. Biochem**, v. 20, p. 459-464, 1988.

ASIF, A. *et al.* Microbial quality assessment of indoor air in a large hospital building during winter and spring seasons. **Building and Environment**. v. 138, p. 68-73, 2018.

AZEVEDO, P. M. C.; SOUZA, T. P.; ALMEIDA, C. P. B. Prevenção de infecção hospitalar em unidades de internação pediátrica: uma revisão da literatura. **Revista Saúde**, v. 12, n. 3, p. 656-665, 2016.

AZUMA, K. *et al.* Assessment of inhalation exposure to indoor air pollutants: Screening for health risks of multiple pollutants in Japanese dwellings. **Environmental research**, v. 145, p. 39-49, 2016.

BABIČ, M. N *et al.*, Yeasts and yeast-like fungi in tap water and groundwater, and their transmission to household appliances. **Fungal Ecology**, v. 20, p. 30-39, 2016.

BADALI, H. **Biodiversity, pathogenicity and antifungal susceptibility of Cladophialophora and relatives**. 2010. 149 f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciência, Universidade Van Amsterdam, Amsterdam, 2010.

BALAU, A. R. M. **Infecções fúngicas de origem tropical**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Análises Clínicas) – Instituto Universitário Egas Moniz, Portugal, 2019.

BARROSO, H.; MELIÇO-SILVESTRO, A.; TAVEIRA, N. **Microbiologia Médica**, Lisboa, Portugal: LIDEL, 2014. 544 p.

BAURÈS, E. *et al.* Indoor air quality in two french hospitals: Measurement of chemical and microbiological contaminants. **Science of The Total Environment**, v. 642, p. 168-179, 2018.

BENSCH, K. *et al.* The genus *Cladosporium*. **Studies in mycology**, v. 72, p. 1-401, 2012.

BERNARDI, E.; COSTA, E. L. G.; NASCIMENTO J. S. Fungos anemófilos e suas relações com fatores abióticos na praia do Laranjal, Pelotas, RS; **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 234-239, 2006.

BERNSTEIN, J, A. *et al.* The health effects of non-industrial indoor air pollution. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, n. 121, p. 585-591, 2008.

BESSONNEAU, V. *et al.* VOC Contamination in hospital, from stationary sampling of a large panel of compounds, in view of healthcare workers and patients exposure assessment. **PLOS ONE**, v. 8, p. 585-59, 2013.

BIEVRE, C. Cours de Mycologie Médicale – Aerobiologie. **Centre d'Enseignement, Institut Pasteur**, 1998.

BISWAS, S.K. *et al.* Molecular phylogenetics of the genus *Rhodotorula* and related basidiomycetous yeasts inferred from the mitochondrial cytochrome b gene. **Int J Syst Evol Microbiol**, v. 51, n. 3, p. 1191-1199, 2001.

BITTENCOURT, R. J.; HORTALE, V. A. Intervenções para solucionar a superlotação nos serviços de emergência hospitalar: uma revisão sistemática. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 7, p. 1439-1454, 2009.

BITTENCOURT, A. L.; MACHADO, P. R. L.; ARAÚJO, M. G. S. Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Cyphellophora pluriseptata*. **European Journal of Dermatology**, v. 12, p. 103-106, 2002.

BOFF, C. **Monitoramento de fungos no ar de unidades de terapia intensiva**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pneumológicas) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BOLOGNIA, J. L.; JORIZZO, J. L.; SCHAFFER, J. V. **Dermatologia**, 3ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: SBD, 2009. 172 p.

BOSSOLAN, N. R. S. **Introdução à Microbiologia**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 67 p.

BOUZAS, *et al.* Frequência de chiado, características clínicas e tratamento em lactentes. **Jornal de Pediatria**, v. 88, n. 4, p. 361-365, 2012.

BRANCO, P. T. B. S. *et al.* Children's exposure to indoor air in urban nurseries-part I: CO₂ and comfort assessment. **Environmental Research**, v. 140, p. 1-9, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Atenção às Urgências. Brasília (DF): MS; 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 3.012, de 1º de dezembro de 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. SUS: A saúde do Brasil. 3ª ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 10, de 3 de janeiro de 2017. Redefine as diretrizes de modelo de assistência e financiamento de UPA 24 h de Pronto Atendimento como Componente de Rede de Atenção às Urgências, no âmbito do Sistema Único de Saúde.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução – RE Nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA, 2003.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-15:** atividades e operações insalubres. Brasília, 2014. 82 p.

BRICKUS, L.S. R.; AQUINO NETO, F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 65-74, 1999.

BRICKUS, L.S. R.; CARDOSO, J. N.; AQUINO NETO, F. R. Distributions of indoor and outdoor air pollutants in Rio de Janeiro, Brazil: implications to indoor air quality in bayside offices. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 22, p. 3485-3490, 1998.

BRICKUS, L. S. R.; WAISSMANN, W.; MOURA, M. A Qualidade do Ar dos Ambientes de Interiores. In: MENDES, R. (Org). **Patologia do Trabalho**. 3. ed., São Paulo: Atheneu, 2013. 2076 p.

BURNETT, R. T. *et al.* An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. **Environmental Health Perspectives**, v. 122, n. 4, p. 397-403, 2014.

CABO-VERDE, S. *et al.* Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. **Research in Microbiology**, v. 166, n. 7, p. 557-563, 2015.

CALUMBY, R. J. N. *et al.* Isolamento e identificação da microbiota fúngica anemófila em unidade de terapia intensiva/isolation and identification of anemophilic fungal microbiota in an intensive care unit. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19708-19722, 2019.

CARMO, E. S. *et al.* Microbiota fúngica presente em diversos setores de um hospital público em Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 39, n. 3, p. 213-216, 2007.

CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, p. 123-139, 2011.

CAVALCANTI, P. M. P. S. **Modelo de Gestão da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva**. 2010. 252 f. Tese (Doutorado em Ciência em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CESAR, G. C. A.; NASCIMENTO, C. F. L.; CARVALHO, A. J. Associação entre exposição ao material particulado e internações por doenças respiratórias em crianças. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 6, p. 1209-1212, 2013.

CHAMSEDDINE, A. *et al.* Seasonal variation of air quality in hospitals with indoor–outdoor correlations. **Building and Environment**, v. 148, n. 15 p. 689-700, 2018.

CHAIVISIT, P. *et al.* Airborne bacteria and fungi distribution characteristics in natural ventilation system of a university hospital in Thailand. **Environment Asia**, v. 11, n. 2, p. 53-63, 2018.

CHANG, C. J. *et al.* Prevalence of sick building syndrome-related symptoms among hospital workers in confined and open working spaces. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 15, p. 2378-2384, 2015.

CHAYAKULKEEREE, M.; GHANNOUM, M.; PERFECT, J. Zygomycosis: the re-emerging fungal 27 infection. **Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.** v. 25, p. 215-229, 2006.

CHO, S. Y. *et al.* Profiles of environmental mold: indoor and outdoor air sampling in a hematology hospital in Seoul, South Korea. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2018.

CHONG NETO, H. J. ROSÁRIO, N. A. Fatores de risco para sibilância no primeiro ano de vida. **Jornal de Pediatria**, v. 84, n. 6, p. 495-502, 2008.

CHUNG-YEN, L. *et al.* Personal, psychosocial and environmental factors related to sick building syndrome in official employees of Taiwan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 1, p. 7-17, 2018.

COEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 14, de 28 de junho de 2011.

COHEN, A. J. *et al.* Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the global burden of diseases study 2015. **The Lancet**, v. 389, n. 10082, p. 1907-1918, 2017.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 18, de 6 de maio de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE".

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução de n.5, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução de n.3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução de n. 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.

CORTE, F. D. **Um estudo de caso sobre a qualidade do ar no município de João Monlevade**. 2018. 62 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade de Ouro Preto, João Monlevade, 2018.

COSTA, R. F. W. *et al.* qualidade do ar em ambientes comerciais fechados: prevenindo patologias associadas à permanência diária em espaços com climatização artificiais. **Revista Científica Doctum: Multidisciplinar**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2019.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Análise multivariada e simulação**. Ed. UFV, 2006. 176 p.

CUNHA, K. C. *et al.* Molecular identification and in vitro response to antifungal drugs of clinical isolates of *Exserohilum*. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 56, p. 4951-4954, 2012.

CURSI, Í. B. Onicomiose por *Scytalidium* spp.: Estudo clínico-epidemiológico em um hospital universitário do Rio de Janeiro, Brasil. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 689-693, 2011.

DELALOYE, J.; CALANDRA, T. Invasive candidiasis as a cause of sepsis in the critically ill patient. **Virulence**, v. 5, n. 1, p. 161-169, 2014.

DEMIREL, R. *et al.* Indoor airborne fungal pollution in newborn units in Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 7, p. 362-373, 2017.

DINIZ-MARTINS, J. N. *et al.* Monitoramento de fungos anemófilos e de leveduras em uma unidade hospitalar. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 3, p. 398-405, 2005.

DIX, N. J.; WEBSTER, J. Phoenicoid fungi. In: _____. (org.). **Fungal Ecology**. Dordrecht: Springer, 1995. p. 303-321.

DIXON, J. M. *et al.* Assessment of the acceptability of conservative management of fibroadenoma of the breast. **British Journal of Surgery**, v. 83, n. 2, p. 264-265. 1996.

DUGAN, F.M.; SCHUBERT, K.; BRAUN, U. Check-list of *Cladosporium* names. **Schlechtendalia**, v. 11, p. 1-103, 2004.

DWORECKA-KASZAK, B.; KIZERWETTER-SWIDA, M. Pseudomycelium forming *Rhodotorula*–unusual picture of biofilm. **Mikologia Lekarska**, v. 18, n. 2, p. 74-78, 2011.

EUCKER *et al.* Mucormycoses. **Mycoses**, v. 44, p. 253-260, 2001.

EPDHK. Environmental Protection Department of Hong Kong. Quality Management Group. **A Guide on Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places**, Hong Kong, September, 2003a.

EPDHK. Environmental Protection Department of Hong Kong. Quality Management Group. **Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places**. Hong Kong, September, 2003b.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Code of Federal Regulations**, Title 40, Part 50. National Ambient Air Quality Standards. 2008.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. LEGISLAÇÃO RELATIVA À QUALIDADE DO AR NA EUROPA. 2013. Disponível em: < <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2013/artigos/legislacao-relativa-a-qualidade-do> > Acesso em: 28 jan. 2019.

FAKHOURY, N. A. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais**. 2017. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FANG, L. *et al.* Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. **Indoor Air**, v. 4, n. 7, p. 74-81, 2004.

FELL, J. W. *et al.* Biodiversity and systematics of basidiomycetous yeasts as determined by large-subunit rDNA D1/D2 domain sequence analysis. **Int J Syst Evol Microbiol**, v. 50, n. 3, p. 1351-1371, 2001.

FERNANDES, S. **Sistema de monitorização e de controlo de qualidade do ar interior: construção, validação e aplicação**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Pará, 2015.

FERNSTROM, A.; GOLDBLATT, M. Aerobiology and its role in the transmission of infectious diseases. **Journal of Pathogens**, v. 2013, p. 1-13, 2012.

FINCHER, R. M. E. *et al.* Infection due to the fungus *Acremonium* (*Cephalosporium*). **Medicine**, v. 70, p. 398-409, 1991.

FLORES, L. H.; ONOFRE, S. B. Determinação da presença de fungos anemófilos e leveduras em unidade de saúde da cidade de Francisco Beltrão – PR. **SaBios: Revista Saúde e Biologia** v. 5, n. 2, p. 22-26, 2010.

FONSECA, A. *et al.* Indoor air quality and sustainability management - Case study in three portuguese healthcare units. **Sustainability**, v. 11, n. 1, p. 101-114, 2019.

FRENGUELLI, G. The contribution of aerobiology to agriculture. **Aerobiologia**, v. 14, n. 2-3, p. 95-100, 1998.

FRENGUELLI, G.; MANDRIOLI P. Airborne pollen monitoring in Italy. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 64, p. 41-43, 1990.

FUNCME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Para entender melhor a previsão meteorológica para a estação chuvosa no Ceará**. FORTALEZA: FUNCME, 2009. 20 p.

GABRIEL *et al.* Outcome evidence for structured pediatric to adult health care transition interventions: A systematic review. **The journal of pediatrics**, v. 188, p. 263-269, 2017.

GARCIA, M. V. *et al.* Incidence of spoilage fungi in the air of bakeries with different hygienic status. **International Journal of Food Microbiology**, v. 290, n. 2, p. 254-261, 2019.

GIODA, A.; AQUINO NETO, F. R. Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2003.

GONÇALVES, C. L. *et al.* Airborne fungi in an intensive care unit. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 265-270, 2018.

GONÇALVES, B.; SANTANA, L.; PELEGRINI, P. Micotoxinas: Uma revisão sobre as principais doenças desencadeadas no organismo humano e animal. **Revista de Saúde da Fiaciplac**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2017.

GOUVEIA, N.; JUNGER, W. L. Effects of air pollution on infant and children respiratory mortality in four large Latin-American cities. **Environmental Pollution**, v. 232, p. 385-391, 2018.

GRINN-GOFRON, A.; BOSIACKA, B. Effects of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in the air. **Aerobiologia**, v. 31, p. 63-72, 2015.

GUARNER, J. Human immunodeficiency virus and fungal infections. **Seminars in Diagnostic Pathology**, v. 34, n. 4, p. 325-331, 2017.

HALEEM-KHAN, A. A.; KARUPPAYIL, S. M. Fungal pollution of indoor environments and its management. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 19, n. 4, p. 405-426, 2012.

HARLEY, K. G. *et al.* Fungi and pollen exposure in the first months of life and risk of early childhood wheezing. **Thorax**, v. 64, n. 4, p. 353-358, 2009.

HAWKSWORTH, D. L. Managing and coping with names of pleomorphic fungi in a period of transition. **IMA FUNGUS**, v. 3, n. 1, p. 15-24, 2012.

HEALTH CANADA. **Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality**: A report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Ottawa: Health Canada, 1995.

HELLGREN, U. M. *et al.* Perceived indoor air quality, air-related symptoms and ventilation in finnish hospitals. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 24, n. 1, p. 48-56, 2011.

HERNÁNDEZ-RESTREPO, M. *et al.* Multi-locus phylogeny and taxonomy of *Exserohilum*. **Persoonia**, v. 41, p. 71-108, 2018.

HOFFMANN, C. C. *et al.* Infecções causadas por fungos demáceos e suas correlações anátomo-clínicas. **An. Bras. Dermatol.**, v. 86, n. 1, p. 138-41. 2011.

HOOG, G. S. *et al.* **J. Atlas of Clinical Fungi**. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultuur/Universitat Rovira i Virgili, 2. ed., 2000. 1125p.

- HUPFFER, H. M. *et al.* O material particulado e o direito à qualidade do ar das gerações presentes e futuras. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 40, n. 1, p. 188-207, 2017.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. França, v. 82, 2002.
- ISSAKAINEN, J. *et al.* Ocorrência de *Scopulariopsis* e *Scedosporium* nas unhas e na pele queratinosa. Um estudo multicêntrico retrospectivo de cinco anos. **Micologia Médica**, v. 45, n. 3, p. 201-229, 2007.
- IWASAKI, M. *et al.* Effect of laminar air flow and building construction on aspergillosis in acute leukemia patients: a retrospective cohort study. **Journal of Health**, v. 19, n. 18, p. 8, 2019.
- JORGE, A. O. C. **Microbiologia e Imunologia Oral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 384 p.
- JUNG, C. C. *et al.* Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals. **Building and Environment**. v. 85, p. 190-195, 2015.
- KALTSEIS, J.; RAINER, J.; HOOG, G.S. Ecology of *pseudallescheria* and *scedosporium* species in human-dominated and natural environments and their distribution in clinical samples. **Medical Mycology**, v. 47, n. 4, p. 398-405, 2009.
- KARIMI, M.; HASSANSHAHIAN, M. Isolamento e caracterização de leveduras degradantes de fenol de águas residuais na coqueria de Zarand, Kerman. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 47, n. 1, p. 18-24, 2016.
- KARWOWSKA, E. Microbiological air contamination in some educational settings. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 12, n. 2, p. 181-186, 2003.
- KHALID, W. *et al.* Investigation of comfort temperature and thermal adaptation for patients and visitors in Malaysian hospitals. **Energy and Buildings**, v. 183, p. 484-499, 2019.
- KIDD, S. *et al.* **Descriptions of medical fungi**. 3. ed., Newstyle Printing, Australia, 2016. 278 p.
- KIRK, P. M. *et al.* **Dictionary of the Fungi**. 10. ed., Wallingford: CABI, 2008. 655 p.
- KHODAKARAMI, J.; NASROLLAHI, N. Thermal comfort in hospitals – A literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 4071-4077, 2012.
- KONEMAN, E. W. *et al.* **Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas Colorido**. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2001.
- LACKNER M.; GUARRO J. Pathogenesis of *Scedosporium*. **Curr Fungal Infect Rep.**, v. 7, n. 4, p. 326-333, 2013.
- LACROIX, C. *et al.* Scytalidiosis in Paris, France. **J Am Acad Dermatol**, v. 48, p. 852-856, 2006.

LARONE, D. H. **Medically important fungi**. 4. ed., Washington D.C.: ASM Press, 2002. 240 p.

LAU, A. Development and clinical application of a panfungal PCR assay to detect and identify fungal DNA in tissue specimens. **J Clin Microbiol.**, v. 45, p. 380-385, 2007.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. 1. ed. USA: Blackwell Publishing, 2006. 388 p.

LI, M. *et al.* Single cell oil production from hydrolysate of cassava starch by marine-derived yeast *Rhodotorula mucilaginosa* TJY15a. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 1, p. 101-107, 2010.

LOBATO, R. C.; VARGAS, V. S.; SILVEIRA, E. S. Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 11, n. 2, p. 21-28, 2009.

LOPES, A. I. B. **Qualidade do ar interior em ambiente hospitalar**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Segurança do Trabalho) – Instituto Politécnico de Viana Castelo, Viana do Castelo, Portugal, 2016.

LOPES, A. O. R.; GABARRA, G. R. C.; LIMA, B. W. F. Ar condicionado versus climatizados por evaporação. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2006.

LÓPEZ-JODRA, O.; TORRES-RODRÍGUEZ, J. M. Espécies fúngicas poco comunes responsables de onicomycosis. **Rev Iberoam Micol.**, v. 16, p. S11-5, 1999.

LOUPA, G. *et al.* Indoor/outdoor PM 2.5 elemental composition and organic fraction medications in a greek hospital. **Science of the Total Environment**, v. 550, p. 727-735, 2016.

MACHADO, E. C. M. *et al.* Avaliação da qualidade do ar de um centro cirúrgico de um hospital do sul do Brasil. **Revista de Salud Pública**, v. 18, n. 3, p. 447-458, 2016.

MACHADO, J.A.C. *et al.* Principais agentes etiológicos causadores de micoses cutâneas em equinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 4, n. 11, p. 1-5, 2008.

MARTÍNEZ, F. J. R.; CALLEJO, R. C. **Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores**. Junta de Castilla y León. Graficas Verona, 2006. 454 p.

MATOS, J. L. **Qualidade do ar interior em ambiente hospitalar: identificação de poluentes, fontes e estratégias para a otimização dos serviços de saúde**. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014.

MATTY, M. The production of organic acids. **Rev. Biotechnol.**, v. 12, p. 87-132, 1992.

- MELO, A.; SOUZA, H.; AQUINO, A. Monitoramento de variáveis ambientais em UTI neonatal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA, 11., 2019, Belém. **Anais[...]**.Belém: SBC, 2019.
- MENDES, A. C. Indoor air quality in hospital environments. In: CONGRESS OF IFHE, 20, 2008, Barcelona. **Anais [...]**, Barcelona: COI, 2008.
- MINEIRO, F. J. G.; CANDAU, P. Olea europaea airborne pollen in southern Spain. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 78, n. 3, p. 278-284, 1997.
- MOHAMMADYAN, M. *et al.* Assessment of indoor air pollution exposure in urban hospital microenvironments. **Air Quality, Atmosphere & Health**. v. 12, n. 2, p. 151-159, 2019.
- MOLINÉ, M.; LIBKIND, D.; VAN BROOCK, M. Production of torularhodin, torulene, and β -carotene by Rhodotorula yeasts. **Methods in Molecular Biology**, v. 898, n. 1, p. 275-283, 2012.
- MORAES, A. M. L.; PAES, R. A.; HOLANDA, V. L. Micologia. In: MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. (org.). **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV/IOC, 2010. p. 399-496.
- MORETTI, M. L. A importância crescente das infecções fúngicas. **Revista Panamericana de Infectología**, v. 9, p. 8-9, 2007.
- MOREIRA, L.A. *et al.*, Meningoencefalite causada por *Cryptococcus neoformans* em pacientes portadores de HIV/AIDS. **Revista Educação em Foco**, n. 9, p. 72-85, 2017.
- MOUSAVI, M. S. *et al.* Investigating the effect of several factors on concentrations of bioaerosols in a well-ventilated hospital environment. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 191, p. 407-418, 2019.
- MOURA, S. K. M. **Análise da qualidade do ar interno de um centro cirúrgico—verificação dos parâmetros físicos e da concentração de dióxido de carbono**. 2018. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- MOREAU, R. M. The origin of aerobiology. **Journal of Aerosol Science**, v. 25, n. 1, p. 109-110, 1994.
- MUKAKA, M.M. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**. v. 24, n. 3, p. 69-71. 2011.
- MUÑOZ, J. E *et al.* Immunization with P10 peptide increases specific immunity and protects immunosuppresses BALB/c mice infected with virulent yeasts of Paracoccidioides brasiliensis. **Mycopathologia**, v. 178, n. 3-4, p. 177-188, 2014.
- MURRAY, P. R., ROSENTHAL, K. S., MICHAEL, P. A. **Microbiologia médica**, 6. ed., São Paulo: Elsevier Editora, 2010. 694-736 p.

MÜNZEL, T. *et al.* Environmental noise and the cardiovascular system. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 71, n. 6, p. 688-697, 2018.

MURTA, M. M.; LOPES, F. A. Química pré-biótica: sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra. **Química Nova na Escola**, v. 22, p. 26-30, 2005.

NAIMI, M. Effective of sick building syndrome on irritation of the eyes and asthma. **International journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v. 1, n. 12, p. 1529-1534, 2013.

NAJAFZADEH, M. J. *et al.* Genetic diversity and species delimitation in the opportunistic genus *Fonsecaea*. **Medical Mycology**, v. 47, n. 1, p. 17-25, 2009.

NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health. **NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM): Bioaerosol sampling (Indoor Air) 0800**. 4. ed. GA, USA: NIOSH, 1998.

NAZAROFF, W. W. Four principles for achieving good indoor air quality. **Indoor Air**, v. 23, n. 5, p. 353–356, 2013.

NUNES, D. P. **Avaliação da qualidade do ar em ginásios e a exposição humana a poluentes atmosféricos**. 2018. 183 f. Dissertação (Mestrado em Segurança e Saúde do Trabalho) – Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Coimbra, 2018.

NUNES, Z. G. **Estudo da qualidade microbiológica do ar de ambientes internos climatizados**. 2005. 163 f. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.

OLIVEIRA, M. *et al.* Esporos fúngicos na atmosfera da cidade do Porto e suas implicações alérgicas. **Revista Portuguesa de Imunoalergologia**, v. 15, p. 61-85, 2007.

OLIVEIRA M. *et al.* Outdoor allergenic fungal spores: Comparison between nan urban and rural area in northern Portugal. **Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology**, v. 20, p. 117-28, 2010.

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

OLIVEIRA, M.; RIBEIRO, H., ABREU, I. Annual variation of fungal spores in atmosphere of Porto. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine.**, v. 12, p. 309-315, 2005.

OLIVEIRA, M. L. B. R. **Epidemiologia e frequência de Aspergillus em doentes com suspeita de patologia respiratória fúngica**. 2019. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Ambiente) – Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

OSMAN, M. E. *et al.* A study on microbiological contamination on air quality in hospitals in Egypt. **Journal Indexing & Metrics.**, v. 27, n. 7, p. 953-968, 2017.

- OYEKA, C. A.; GUGNANI, H. C. Physiological characteristics of clinical isolates of *Hendersonula toruloidea* and *Scytalidium* species. **Mycoses**, v. 34, n. 9-10, p. 369-371, 1991.
- PACHAURI, S.; SHERKHANE, P. D.; MUKHERJEE, P. K. Secondary metabolism in *Trichoderma*: chemo- and geno-diversity. In: SATYANARAYANA, T.; DAS, S. K.; JOHRI, B. (ed.). **Microbial diversity in ecosystem sustainability and biotechnological applications**. Singapore: Springer, 2019.
- PALMEIRA, S. J. G. **Micoses sistêmicas**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Portugal, 2014.
- PANTOJA, L. D. M. **Estimativa dos níveis de bioaerossóis e compostos orgânicos voláteis fúngicos em ambientes ocupacionais no município de Fortaleza-Ceará**. 2016. 170 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- PANTOJA, L. D. M. *et al.* Fungal biodiversity of air in hospitals in the city of Fortaleza, Ceará, Brazil. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 25, p. 192-196, 2012.
- PANTOJA, L. D. M.; NASCIMENTO, R. F.; ARAÚJO NUNES, A. B. Investigation of fungal volatile organic compounds in hospital air. **Atmospheric Pollution Research**, v. 7, p. 659-663, 2016.
- PAPAGIANNI, M; MATTEY, M. Physiological aspects of free and immobilized *Aspergillus niger* cultures producing citric acid under various glucose concentrations. **Process Biochemistry**, v. 39, p.1963-1970, 2004.
- PELUQUE, E. **Isolamento, identificação molecular e potencial toxigênico de fungos e ocorrência de micotoxinas em misturas de cereias comercializados no Brasil**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PEREIRA, J. G. *et al.* Análise de fungos anemófilos em hospital da cidade de Ariquemes, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista de Epidemia e Controle de Infecção**, v. 4, n. 1, a. 4, p. 18-22, 2014.
- PEREIRA, C. K.; SANTOS, F. C. Micotoxinas e seu potencial carcinogênico. **Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 147-165, 2011.
- PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L.; FERNANDEZ, F. A. S. **Tópicos em tratamento de dados biológicos**. Rio de Janeiro: PPGE/UFRJ, 1995. 21 p.
- PEREZ, L.; RAPP, R.; KÜNZLI, N. The Year of the Lung: outdoor air pollution and lung health. **Swiss medical weekly**, v. 140, p. 13129-13136, 2010.
- PERSILY, A. Challenges in developing ventilation and indoor air quality standards: The story of ASHRAE Standard 62. **Building and Environment**, v. 91, p. 61-69, 2015.

PIMENTEL, K. S. *et al.* Influência das atividades humanas na dispersão aérea de fungos demáceos em zona urbana. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, v. 8, n. esp., p. 1-5, 2016.

PINHEIRO, A. N. **Avaliação do conforto ambiental e da contaminação biológica e química em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semiárido do Centro de Ciências e Tecnologia) – Programa de Ciências Físicas Aplicada, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

PORTE, A.; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do CEPPA**, v. 19, p. 105-118, 2001.

PREKER, A. S. *et al.* Health care expenditures associated with pollution: Exploratory methods and finding. **Annals of Global Health**, v. 82, n. 5, p. 711-721, 2016.

QIU-XIA, C. *et al.* Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Cladosporium sphaerospermum*. **Mycoses**, v. 51, n. 1, p. 79-80, 2008.

QI, Z. *et al.* Field-measurement of CO₂ level in general hospital wards in Nanjing. **Procedia Engineering**, v. 121, p. 52-58, 2015.

QUADROS, M. E. *et al.* Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 431-438, 2009.

RĂPUNTEAN, S. *et al.* *Chrysonilia sitophila*: Growth on different culture media and sensitivity to antifungals. **Bulletin UASVM Veterinary Medicine**, v. 75, n. 2, p. 207-213, 2018.

RAUTEMAA-RICHARDSON, R.; RICHARDSON, M. D. Systemic fungal infection. **Medicine**, v. 45, n. 12, p. 757-762, 2017.

REVANKAR, S. G. Dematiaceous fungi. **Mycoses**, v. 50, n. 2, p. 91-101, 2007.

RODRIGUES, L.A.C.; PEREIRA, A.P.M.F. A qualidade do ar em ambientes hospitalares: uma revisão da literatura. **Arquivos Brasileiros da Medicina Naval**, v. 79, n. 1, p. 45-51, 2018.

ROTTAVA, M. **Avaliação da qualidade de ambientes internos dos laboratórios do departamento de química através da determinação semi-quantitativa de metais em material particulado retido em condicionadores de ar por ICP-MS**. 2019. 50f. Relatório apresentado como requisito parcial para aprovação da Disciplina de Estágio II (QMC), Curso de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

RUSSO, P. R. A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro: Análise espaço-temporal de partículas em suspensão na atmosfera. **Revista de Ciências Humanas**, v. 10, n. 1, p. 78-93, 2010.

SABINO, R. *et al.* *Aspergillus* em ambiente hospitalar: um risco para o desenvolvimento de infecções nosocomiais?. **Instituto Nacional de Saúde**, n. 3. p. 10-13, 2014.

SCIORTIONO, J. R.; CARMEN, V. **Atlas of Clinically Important Fungi**. 1 ed. Wiley: Blackwell, 2017. 456 p.

SALES, M.P.U. Aspergilose: Do diagnóstico ao tratamento. **J. bras. Pneumol.**, v. 35, n. 12, p. 1238-1244, 2009.

SALES, E. *et al.* Micota no ar da unidade de terapia intensiva e centro cirúrgico de um hospital universitário. **Bioikos**, v. 25, n. 2, p. 109-115, 2011.

SANTOS, A. O. S. *et al.* Estudo químico de *Arcopilus amazonicus*. Uma nova espécie de fungo endofítico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICOLOGIA, 9., 2019, Manaus. **Anais[...]**. Manaus: INPA, 2019.

SANTOS, E. R. D. dos. Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos. Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC, 2015.

SATTAYAKORN, S.; ICHINOSE, M.; SASAKI, R. Clarifying thermal comfort of healthcare occupants in tropical region: A case of indoor environment in Thai hospitals. **Energy and Buildings**, v. 149, p. 45-57, 2017.

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

SCHIRMER, W. N.; GAUER, M. A.; SZYMANSKI, M. S. E. Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares climatizados – verificação de parâmetros físicos e da concentração de dióxido de carbono. **TECNO-LÓGICA**, v. 14, n. 2, p. 61-68, 2010.

SIDRIM, J. J. C; ROCHA, M. F. G. **Micologia médica à luz de autores contemporâneos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 338 p.

SILVA, A. F. S. **Avaliação da qualidade ambiental interior de um edifício climatizado artificialmente, com ênfase na análise do conforto térmico**. 2010. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SILVA, A. E. S. **Síndrome do Edifício Doente**. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina) – Clínica Universitária de Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina de Lisboa, Lisboa, 2017.

SILVA, G. V. **Avaliação da qualidade microbiológica do ar de uma maternidade no interior de Pernambuco**. 2017. 9f. Trabalho de Conclusão de Curso (Biomedicina) – Centro Universitário Tabosa de Almeida, Caruaru, 2017.

SILVA, R. R.; COELHO, G. D. **Fungos – Principais grupos e aplicações biotecnológicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. 20 p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. ed., Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.121p.

SILVA, J.; REGUEIRO, E.; DINIS, M. A. Avaliação da qualidade do ar interior num bloco operatório e numa central de esterilização utilizando como indicador a concentração de dióxido de carbono. **Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia**, v. 4, p. 16-22, 2007.

SIMÃO, J. A. **Sistema de monitorização da qualidade do ar em espaços interiores**. Relatório para a obtenção do grau de licenciada em engenharia informática. 2018. 99f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia da Informática) – Instituto Politécnico da Guarda, Portugal, 2018.

SINGH, N.M.; HUSAIN, S. Aspergilosis in solid organ transplatation. **Am. J. Transplant**, v. 13, n. 6, p. 228-241, 2013

SIQUEIRA, L. F. G. Os ambientes interiores e a síndrome dos edifícios doentes. **Revista Brasindoor**, v. 2, n. 8, p. 7-9, 1998.

SODRÉ, E. D.; TÓRTORA, J. C. O.; CORRÊA, S. M. Avaliação da qualidade do ar interior do hospital universitário Pedro Ernesto. **Sustinere Revista de Saúde e Educação**. v. 2, n. 2, p. 36-56, 2014.

SOUZA, J. C. *et al.* Diversidade fúngica no ar de centros comerciais em Fortaleza, Ceará. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 3, n. 2, p. 125-133, 2019.

STEINEMANN A.; WARGOCKI, P.; RISMANCHI, B. Ten questions concerning green buildings and indoor air quality. **Building and Environment**, v. 112, p. 351-358, 2017.

STEINER, D.; VAIDERGOM, R. Micoses superficiais. **Atualidades Médicas**, v. 2, n. 1, p. 2-8, 2018.

STERLING, E. Indoor air quality for hospitals. **CHES/SCHI**, v. 13, n. 4, p. 9-15, 1993.

STRANGER, M. *et al.* Comparative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium. **Environment International**, v. 33, n. 6, p. 789-797, 2007.

TANG, C. S.; WAN, G. H. Air quality monitoring of the post-operative recovery room and locations surrounding operating theaters in a medical center in Taiwan. **PloS one**, v. 8, n. 4, p. 1-6, 2013.

TANG, H.; DINGA, J.; LI, C.; JIAXIONGLI. A. field study on indoor environment quality of Chinese inpatient buildings in a hot and humid region. **Building and Environment**, v. 151, n. 15, p. 156-167, 2019.

TANG, G. *et al.* Mixing layer height and its implications for air pollution over Beijing, China. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 16, n. 4, p. 2459-2475, 2016.

TEIXEIRA, D. B. *et al.* Síndrome dos edifícios doentes em recintos com ventilação e climatização artificiais: revisão de literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro. **Anais[...]**, Rio de Janeiro, 2005.

TOIVOLA, M. *et al.* Personal exposures and microenvironmental concentrations of particles and bioaerosols. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 4, n. 1, p. 166-174, 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 964 p.

TRUST. SCIENCE. INNOVATION. **Energy and Comfort** – Indoor Air Quality Handbook, A practical guide to indoor air quality investigations. Shoreview: TSI, 2013. 31 p.

UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de maio de 2008 relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa**. Comissão das Comunidades Europeias, ed., Jornal Oficial da União Europeia L 152, p. 1-44, 2008.

VEYSI, R. *et al.* Indoor air quality-induced respiratory symptoms of a hospital staff in Iran. **Environmental Monitoring and Assessment.**, v. 191, n. 2, p. 50-58, 2019.

VIEIRA, E. M. A. *et al.* Padrões de variação da qualidade do ar e fatores termofísicos na unidade de terapia intensiva. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 39-50, 2016.

VIEIRA, E. M. A. *et al.* Prioridade perceptiva e critérios de satisfação de atributos ambientais em unidades de terapia intensiva. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 1, p. 181-194, 2019.

VILCEKOVA, S. *et al.* Indoor environmental quality of classrooms and occupants' comfort in a special education school in Slovak Republic. **Building and Environment**, v. 120, p. 29-40, 2017.

WOLKOFF, P. Indoor air humidity, air quality, and health – An overview. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 221, n. 3, p. 376-390, 2018.

WHO. World Health Organization. **WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants**. 2010.

WHO. World Health Organization. **Air quality Guidelines for Europe**, 2. ed., WHO regional publications. European, 2000a.

WHO. World Health Organization. **Bulletin of the World Health Organization**: Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. N. 78, 2000b.

WHO. World Health Organization. **Ambient Air Pollution** - a major threat to health and climate. Copenhagen. WHO, 2018.

WHO. World Health Organization. **WHO country estimates on air pollution exposure and health impact**. Geneva: WHO, 2016.

ZAITS, C.; CAMPBELL, I.; RUIZ, L. R.B.; FRAMIL, V. M. S. **Compêndio de Micologia Médica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 456 p.

YU, S. *et al.* Mitigation of severe urban haze pollution by a precision air pollution control approach. **Sci Rep.**, v. 8, p. 8151- 8162, 2018.

ZHANG, Y.; TZORTZOPOULOS, P.; KAGIOGLOU, M. Healing built-environment effects on health outcomes: environment-occupant-health framework. **Journal Building Research & Information**. v. 19, n. 6, p. 1-20, 2019.

ZHENG, L. *et al.* Identification of a novel *Alternaria alternata* Strain able to hyperparasitize *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the causal agent of wheat stripe rust. **Front Microbiol.**, v. 8, n. 71, p. 1-10, 2017.

ZHOU, Q. *et al.* Field-measurement of CO₂ level in general hospital wards in Nanjing. **Procedia Engineering**, v. 121, p. 52-58, 2015.

ZOLNERKEVIC, I. O lado negro das leveduras. **Revista Unesp Ciência**, v. 21, p. 26-28, 2011.

APÊNDICES

Apêndice A – Verificação espacial da unidade hospitalar primária para o ambiente crítico (AC).

Unidade Hospitalar Primária (AC)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?		x
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo a placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	x	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?		x
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	x	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	Uma vez ao dia	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Não	
3.2. Número de portas?	1	
3.3. Número de janelas?	1	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	1	
Especificar o tipo (central, split etc): Split		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	não	
Qual (is)?		
3.7. Presença de vegetais?	Não	
Qual (is)?		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	Não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice B – Verificação espacial da unidade hospitalar primária para o ambiente semicrítico (SC).

Unidade Hospitalar Primária (SC)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?		x
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo a placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	x	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?		x
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	x	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	Uma vez ao dia	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Sim	
3.2. Número de portas?	1	
3.3. Número de janelas?	1	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	1	
Especificar o tipo (central, split etc): Split		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	não	
Qual (is)?		
3.7. Presença de vegetais?	Não	
Qual (is)?		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	Não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice C – Verificação espacial da unidade hospitalar primária para o ambiente exterior (EXT).

Unidade Hospitalar Primária (EXT)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?		x
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo a placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	x	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?		x
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	x	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	-	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Não	
3.2. Número de portas?	-	
3.3. Número de janelas?	-	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	-	
Especificar o tipo (central, split etc):		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	Sim	
Qual (is)? Gatos e pássaros		
3.7. Presença de vegetais?	Sim	
Qual (is)? Arbustos		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	Não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice D – Verificação Espacial da unidade hospitalar terciária para o ambiente crítico (AC).

Unidade Hospitalar Terciária (AC)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?	X	
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo a placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	X	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?	X	
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	X	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	2 vezes ao dia	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Não	
3.2. Número de portas?	2	
3.3. Número de janelas?	14	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	1	
Especificar o tipo (central, split etc): Split e central		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	não	
Qual (is)?		
3.7. Presença de vegetais?	não	
Qual (is)?		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice E – Verificação espacial da unidade hospitalar terciária para o ambiente semicrítico (SC).

Unidade Hospitalar Terciária (SC)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?	x	
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo á placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	x	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?	x	
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	x	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	2 vezes ao dia	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Não	
3.2. Número de portas?	1	
3.3. Número de janelas?	2	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	1	
Especificar o tipo (central, split etc): Split		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	não	
Qual (is)?		
3.7. Presença de vegetais?	não	
Qual (is)? Arbustos		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice F – Verificação espacial da unidade hospitalar terciária para o ambiente exterior (EXT).

Unidade Hospitalar Terciária (EXT)		
1. Verificação de fontes de poluição previstas	Sim	Não
1.1. Atividades exteriores, próximas do edifício, existem fontes poluidoras?	X	
Se sim, especificar:		
1.1.1. Poluição do solo?		x
1.1.2. Presença de material de construção?		x
1.1.3. Existe algum tipo de emissão de material particulado próximo a placa de análise?		x
1.1.4. Existe fumantes na área próxima a placa?		x
1.1.5. Outros, qual (is)?		
2. Trabalhador e seu espaço laboral	Sim	Não
2.1. Todos usam fardamento adequado para o hospital?	X	
2.2. Existe um fardamento descartável para as zonas críticas?	X	
2.3. Os funcionários utilizam o fardamento fora do hospital em seus intervalos?	X	
2.4. Qual a frequência de limpeza?	-	
3. Ambiente em números	Números	
3.1. Existem contaminações aparentes (mofo) no teto, parede ou chão?	Não	
3.2. Número de portas?	-	
3.3. Número de janelas?	-	
3.4. Número de aparelhos de ar condicionados?	-	
Especificar o tipo (central, split etc):		
3.5. Número de ventiladores?	-	
3.6. Presença de animais?	sim	
Qual (is)? Gatos e pássaros		
3.7. Presença de vegetais?	sim	
Qual (is)? Arbustos		
3.8. Presença de produtos químicos para limpeza?	não	
Qual (is)?		
Não sabia informar		

Apêndice G – Imagens típicas de placas fúngicas nas áreas monitoradas na unidade hospitalar primária.

a) Área Crítica



b) Área semicrítica



c) Exterior



Apêndice H – Imagens típicas de placas fúngicas nas áreas monitoradas na unidade hospitalar terciária.

a) Área Crítica



b) Área semicrítica



C) Exterior



ANEXOS

Anexo A – Autorização de execução da pesquisa junto a coordenação da unidade hospitalar primária.



**PREFEITURA DE FORTALEZA
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
COORDENADORIA DE GESTÃO DO TRABALHO E EDUCAÇÃO NA SAÚDE**

Coordenadoria Regional de Saúde – CORES4

Informamos que a pesquisa abaixo referida recebeu anuência do Núcleo de Pesquisa da **COGTES/SMS** para sua realização. Encaminhamos os autores do estudo a esta **CORES** para ciência do início da coleta de dados.

Seguem as informações sobre o estudo:

- **Projeto de Pesquisa:** Monitoramento da Microbiota Fungica e Compostos Orgânicos Voláteis Microbianos do Ar Interior em Unidades Hospitalares no Município de Fortaleza-CE
- **Pesquisador (a) Responsável:** Josiany Costa de Souza
- **Orientador (a):** Rinaldo dos Santos Araújo
- **Instituição Proponente:** IFCE
- **Curso:** Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental
- **Local da Coleta de Dados:** UAPS Valdevino de Carvalho
- **Regional:** IV
- **Período da Coleta de Dados:** Maio/2018 a Maio/2019

A pesquisa só poderá ser iniciada após análise e aprovação do **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, sendo necessária apresentação do parecer de aprovação do estudo.

Após a defesa, os pesquisadores deverão enviar a versão final do trabalho em PDF para o email: cogtes.pesquisas@gmail.com.

O pesquisador fica ciente que a **COGTES/SMS** poderá solicitar a apresentação oral dos trabalhos para técnicos, gestores e /ou sujeitos das referidas pesquisas.

Comunicamos que a **COGTES/SMS** emitiu parecer favorável, conforme sua competência, do presente estudo.

Fortaleza (CE), 6 de Maio de 2018

ciente!
Autorizado e encaminhado
PI UAPS Valdevino
Em 24/05/18
Responsável
Regional IV

Maria Ivanília
Maria Ivanília Tavares Timbó
Coordenadora de Gestão do Trabalho e Educação na Saúde

Maria Ivanília Tavares Timbó
Coordenadora de Gestão do Trabalho
e Educação em Saúde

Rua Capitão Gustavo 3552 | Joaquim Távora | CEP 60.120-140
Fortaleza-Ceará
85 3105 1473 / 3105 1471

Anexo B – Autorização de execução da pesquisa junto a coordenação da unidade hospitalar terciária.



**PREFEITURA DE FORTALEZA
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
COORDENADORIA DE GESTÃO DO TRABALHO E EDUCAÇÃO NA SAÚDE**

DECLARAÇÃO

Processo: P167429/2018

- **Projeto de Pesquisa:** Monitoramento da Microbiota Fungica e Compostos Orgânicos Voláteis Microbianos do Ar Interior em Unidades Hospitalares no Município de Fortaleza-Ce
- **Pesquisador (a) Responsável:** Josiany Costa de Souza
- **Orientador (a):** Rinaldo dos Santos Araújo
- **Instituição Proponente:** IFCE
- **Curso:** Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental
- **Período da Coleta de Dados:** Maio/2018 a Maio/2019

A **Coordenadoria de Gestão do Trabalho e Educação na Saúde - COGTES**, conforme suas atribuições, declara ter analisado o mérito científico e a relevância social do projeto de pesquisa supracitado e emitido parecer recomendando a coparticipação da **Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza – SMS** no estudo. Declara, outrossim, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, notadamente a Resolução CNS 466/2012. A **Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza - SMS**, por meio desta Coordenadoria, está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do referido projeto de pesquisa, assim como de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Fortaleza (CE), 6 de Maio de 2018


Maria Ivanília Tavares Timbó
Coordenadora de Gestão do Trabalho e Educação na Saúde

Maria Ivanília Tavares Timbó
Coordenadora de Gestão do Trabalho
e Educação em Saúde