

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E CIDADE

**ARQUITETURA E O BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE:
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR EM UM PRONTO
ATENDIMENTO**

KARLA GONÇALVES SCHROEFFER

VILA VELHA
FEVEREIRO/2024

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E CIDADE

**ARQUITETURA E O BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE:
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR EM UM PRONTO
ATENDIMENTO**

Dissertação apresentada a Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Cidade, para a obtenção do título de Mestra em Arquitetura e Cidade.

KARLA GONÇALVES SCHROEFFER

VILA VELHA
FEVEREIRO/2024

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

- S382a Schroeff, Karla Gonçalves.
Arquitetura e o bem-estar do trabalhador da saúde: análise da
qualidade do ar interior em um pronto atendimento / Karla
Gonçalves Schroeff. – 2024.
140 f. : il.
- Orientadora: Érica Coelho Pagel.
Dissertação (mestrado em Arquitetura e Cidade) -
Universidade Vila Velha, 2024.
Inclui bibliografias.
- 1.Arquitetura. 2. Arquitetura Hospitais.3. Ar - Qualidade
I. Pagel, Érica Coelho Pagel. II. Universidade Vila Velha.
III. Título.

CDD 720

KARLA GONÇALVES SCHROEFFER

**ARQUITETURA E O BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE:
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR EM UM PRONTO
ATENDIMENTO**

Dissertação apresentada a Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Cidade, para a obtenção do título de Mestra em Arquitetura e Cidade.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:



Profa. Dra. Érica Coelho Pagel

(PPGAC – UVV)

Orientadora



Documento assinado digitalmente
LEOPOLDO EURICO GONÇALVES BASTOS
Data: 17/05/2024 19:06:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

(PPGAC – UVV)

Examinador interno



Documento assinado digitalmente
JOSE LAERTE JUNIOR BOECHAT MORANDI
Data: 17/05/2024 18:17:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Laerte Junior Boechat Morandi

(UFF)

Examinador externo

AGRADECIMENTOS

À Professora Érica Coelho Pagel pelas orientações para chegar neste trabalho final, e aos demais professores pelos ensinamentos e contribuição para a minha formação.

Ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade do Ar – Projeto AsmaVIX – UFES pelo treinamento inicial com os equipamentos de análise da Qualidade do Ar e ao Grupo de Pesquisas em Arquitetura e Estudos Ambientais (ARQAMB) – UVV pela compra e disponibilização dos equipamentos utilizados em meu trabalho.

À Comissão Técnica de Pesquisa da PMV/SEMUS e à Direção da Escola Técnica e Formação Profissional de Saúde - ETSUS - Vitória pela aprovação e autorização da realização da pesquisa nas instalações do Pronto Atendimento (PA) da Praia do Suá. E aos trabalhadores da saúde do PA, pela recepção e colaboração com o trabalho.

À Dra. Clarisse Maximo Arpini, chefe do laboratório de Microbiologia Geral da Universidade de Vila Velha – UVV, pelas análises microbiológicas.

Às alunas de Iniciação Científica, Graciela Cors e Luiza Figueiredo Ramos, pela colaboração no trabalho em campo, com a ajuda indispensável com os equipamentos e pelas observações que foram importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela taxa escolar concedida do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Superior – PROSUP.

À minha família pelo incentivo e apoio, em especial minha mãe, que sempre me incentivou pela busca da educação, mesmo nos momentos de cansaço e desânimo. E a todos que torceram e torcem para o meu sucesso!

RESUMO

SCHROEFFER, Karla Gonçalves. M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, fevereiro de 2024. **Arquitetura e o bem-estar do trabalhador da saúde: análise da qualidade do ar interior em um pronto atendimento.** Orientadora: Érica Coelho Pagel.

A arquitetura dos edifícios de saúde evoluiu com o objetivo de minimizar a proliferação de doenças e, conseqüentemente, buscar uma boa Qualidade do Ar Interior (QAI) para esses ambientes. Muitas pesquisas estudam a QAI e suas conseqüências para os pacientes, mas a percepção e o bem-estar em relação a essa temática, dos indivíduos que cuidam desses, raramente são contemplados nesses trabalhos. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a relação da arquitetura — principalmente dos sistemas de ventilação e da funcionalidade dos ambientes — de um Pronto Atendimento (PA), localizado na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), com a Qualidade do Ar Interior dessa edificação e seu impacto no trabalhador da saúde. A metodologia do trabalho foi composta por levantamentos físicos do local, registros das atividades laborais, análise de poluentes — bioaerossóis (fungos e bactérias) e material particulado (MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS) — e aplicação de um questionário de percepção ambiental. Além disso, foram monitoradas a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e as concentrações de CO_2 . Os resultados mostraram que a atividade humana, tanto interior quanto exterior aos ambientes avaliados, assim como a ventilação por ar-condicionado tipo split e a ventilação natural, podem ter influenciado no aumento das concentrações de CO_2 , bem como nas de MP. A razão média I/E da edificação para $MP_{2,5}$ foi de 1,02 e para o MP_{10} foi de 0,78; para fungos foi de 0,61; e para bactérias foi de 1,60. As proporções maiores do que 1 da razão I/E indicaram que pode haver fontes internas de contribuição para a elevação do $MP_{2,5}$ e bactérias transportadas pelo ar no PA. A recepção foi o ambiente que apresentou resultados expressivos em relação à razão I/E tanto para MP ($MP_{2,5}$ e MP_{10}) quanto para microbiológico (fungos e bactérias), indicando forte relação com a presença da ventilação natural nesse espaço e, conseqüentemente, influência do meio externo na concentração de poluentes. Dessa forma, a recepção apresentou médias significativas de exposições ao fungo (10512,49 (UFC/ m^3).h), às bactérias (15608,12 (UFC/ m^3).h), ao $MP_{2,5}$ (234,88 ($\mu g/m^3$).h) e ao MP_{10} (456,27 ($\mu g/m^3$).h). A avaliação dos questionários indicou que os ocupantes são os que melhor descrevem o clima interno e indicam os principais problemas de QAI. Essa ferramenta conseguiu traçar um panorama inicial da QAI da edificação e seus efeitos no bem-estar dos trabalhadores da saúde que permanecem nos ambientes do PA. Por fim, este trabalho pretende contribuir nas discussões sobre os limites de exposições a contaminantes aéreos em estabelecimentos de saúde, sugerindo que a classificação apenas pelo contato ou não com o paciente não é a melhor ou a única forma de apontar o risco biológico.

Palavras-chave: Arquitetura hospitalar, Pronto Atendimento, Qualidade do Ar Interior, exposição, trabalhador da saúde.

ABSTRACT

SCHROEFFER, Karla Gonçalves. M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, February 2024. **Architecture and the well-being of healthcare workers: analysis of indoor air quality in an emergency room.** Advisor: Érica Coelho Pagel.

The architecture of healthcare buildings has evolved with the aim of minimizing the proliferation of diseases and, consequently, seeking good Indoor Air Quality (IAQ) for these environments. Much research studies IAQ and its consequences for patients, but the perception and well-being regarding this topic, of the individuals who care for them, are rarely considered in these studies. Thus, the objective of this work was to analyze the relationship between the architecture — mainly the ventilation systems and the functionality of the environments — of an Emergency Room (ER), located in the Metropolitan Region of Greater Vitória (MRGV), with the Indoor Air Quality of this building and its impact on healthcare workers. The work methodology consisted of physical surveys of the site, records of work activities, analysis of pollutants — bioaerosols (fungi and bacteria) and particulate matter (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ and PTS) — and application of an environmental perception questionnaire. In addition, air temperature, relative humidity and CO₂ concentrations were monitored. The results showed that human activity, both inside and outside the evaluated environments, as well as split air conditioning ventilation and natural ventilation, may have influenced the increase in CO₂ concentrations, as well as PM. The average building I/E ratio for PM_{2.5} was 1.02 and for PM₁₀ it was 0.78; for fungi it was 0.61; and for bacteria it was 1.60. Ratios greater than 1 of the I/E ratio indicated that there may be internal sources contributing to the elevation of PM_{2.5} and airborne bacteria in ER. The reception was the environment that presented significant results in relation to the I/E ratio for both PM (PM_{2.5} and PM₁₀) and microbiological (fungi and bacteria), indicating a strong relationship with the presence of natural ventilation in this space and, consequently, influence of the external environment on the concentration of pollutants. Thus, the reception showed significant averages of exposure to the fungus (10512.49 (CFU/m³).h), to bacteria (15608.12 (CFU/m³).h), to PM_{2.5} (234.88 (µg/m³).h) and PM₁₀ (456.27 (µg/m³).h). The evaluation of the questionnaires indicated that the occupants are the ones who best describe the internal climate and indicate the main IAQ problems. This tool was able to draw an initial overview of the building's IAQ and its effects on the well-being of health workers who remain in the PA environments. Finally, this work aims to contribute to discussions about the limits of exposure to airborne contaminants in healthcare establishments, suggesting that classification solely based on contact or not with the patient is not the best or the only way to identify biological risk.

Keywords: Hospital architecture, Emergency Room, Indoor Air Quality, exposure, healthcare worker.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta baixa do Hôtel-Dieu antes do incêndio de 1772.....	25
Figura 2 – Um quarto no <i>Hôtel-Dieu</i> reprodução de uma xilogravura do século XVI	25
Figura 3 – Planta baixa da Ospedale Maggiore em Milão, Itália.	26
Figura 4 – Planta baixa do Hospital Lariboisière, Paris	29
Figura 5 – Vista externa a partir do pátio do Hospital Lariboisière	29
Figura 6 – Modelo de pavilhão hospitalar - Enfermaria Nightingale	31
Figura 7 – Vista de uma enfermaria (sistema Tollet) no hospital Montpellier	32
Figura 8 – Implantação do hospital Montpellier	33
Figura 9 – Mapa de 1930 da projeção horizontal do Hospital da Santa Casa de Misericórdia.....	34
Figura 10 – Planta do Hospital Militar em São Paulo, 1895	34
Figura 11 – Ilustrações internas de enfermarias do Hospital Militar de São Paulo da Revista Médica de S.Paulo	35
Figura 12 – Planta geral do <i>Royal Victoria Hospital, Belfast</i> , no piso térreo	36
Figura 13 – Vista interna de uma enfermaria no <i>Royal Victoria Hospital, Belfast</i>	37
Figura 14 – New York Hospital, Estados Unidos.....	38
Figura 15 – À esquerda, solário e enfermagem habituais. À direita, quarto privado.	38
Figura 16 – Fluxo de exclusão de artigos.....	43
Figura 17 – Distribuição geográfica dos artigos científicos publicados com a temática estudada nos bancos de dados consultados	44
Figura 18 – Sintomas reportados pelos trabalhadores da saúde nos estabelecimentos de saúde estudados	57
Figura 19 – Fluxograma metodológico	60
Figura 20 – Mapa de localização do PA da Praia do Suá	62
Figura 21 – Vista espacial do entorno do PA da Praia do Suá.....	62
Figura 22 – Localização do Complexo Industrial.....	63
Figura 23 – O Hospital São Pedro em 1960.....	64
Figura 24 – Vista do Hospital São Pedro e da Praia do Suá em 1956	64
Figura 25 – O PA da Praia do Suá.....	65

Figura 26 – Planta Baixa do Pronto Atendimento.....	69
Figura 27 – Placas de Petri com unidades formadoras de colônia (UFC) fúngicas interior e exterior, respectivamente	74
Figura 28 – Placas de Petri com unidades formadoras de colônia (UFC) bacterianas interior e exterior, respectivamente	74
Figura 29 – Espécies fúngicas identificadas nos ambientes avaliados	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade Geral por Região - Pronto Atendimento	40
Tabela 2 – Parâmetros de QAI avaliados nos artigos selecionados	45
Tabela 3 – Síntese dos resultados dos parâmetros de QAI por estabelecimento de saúde	53
Tabela 4 – Caracterização construtiva e funcional dos ambientes monitorados, dos sistemas de ventilação e do quantitativo de pessoas.....	66
Tabela 5 – Período do monitoramento dos parâmetros ambientais por ambiente	70
Tabela 6 – Período do monitoramento de MP por ambiente	72
Tabela 7 – Síntese dos resultados dos parâmetros ambientais e dos poluentes para cada ambiente de amostragem no PA	80
Tabela 8 – Correlação de Spearman entre o material particulado (MP ₁ , MP _{2,5} , MP ₁₀ e PTS) e a hora em cada ambiente monitorado.....	92
Tabela 9 – Teste de <i>post-hoc</i> Dunn para as concentrações fúngicas e bacterianas dos ambientes avaliados.....	95
Tabela 10 – Correlação de <i>Spearman</i> entre material particulado (MP ₁ , MP _{2,5} , MP ₁₀) e microbiológico (fungos e bactérias).....	100
Tabela 11 – Síntese dos resultados do cálculo de exposição <i>Ej</i> à poluição do ar interior (microbiológica e material particulado) por ambiente avaliado.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo sobre o protocolo de pesquisa	42
Quadro 2 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - parâmetros ambientais	70
Quadro 3 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - material particulado .	71
Quadro 4 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - bioaerossóis	73
Quadro 5 – Interpretação da magnitude do coeficiente kappa	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Concentração de dióxido de carbono (CO ₂) por ambiente avaliado	83
Gráfico 2 – Concentração de CO ₂ por hora do posto de enfermagem do repouso clínico na semana 5.....	84
Gráfico 3 – Concentração média por hora de CO ₂ por ambiente avaliado em todo o período monitorado. a) Sala de enfermagem do repouso clínico; b) Posto de enfermagem do repouso clínico; c) Sala medicação pediatria; d) Sala de emergência; e) Recepção; f) Serviço social; g) Sala enfermeiros da regulação de vagas; h) Sala reunião administrativa.	86
Gráfico 4 – Concentração média de material particulado (MP) por ambiente avaliado	87
Gráfico 5 - Concentração média por hora de MP por ambiente avaliado em todo o período monitorado. a) Sala de enfermagem do repouso clínico; b) Posto de enfermagem do repouso clínico; c) Sala medicação pediatria; d) Sala de emergência; e) Recepção; f) Serviço social; g) Sala enfermeiros da regulação de vagas; h) Sala reunião administrativa.	89
Gráfico 6 – Razão I/E de MP _{2,5} e MP ₁₀ para ambientes monitorados do PA.....	93
Gráfico 7 – Concentração média de fungos e bactérias por ambiente avaliado.....	94
Gráfico 8 – Identificação das espécies fúngicas por ambiente avaliado	96
Gráfico 9 – Proporção de identificação das espécies bacterianas	97
Gráfico 10 – Razão I/E de fungos e bactérias por ambiente monitorado no PA	99
Gráfico 11 – Caracterização (perfil sociodemográfico) dos trabalhadores da saúde. a) Sexo; b) Jornada de trabalho; c) Fuma; d) Trabalha à noite; e) Categoria de pessoal	104
Gráfico 12 – Ambiente de trabalho. Você foi afetado durante os últimos três meses por quaisquer dos fatores abaixo em seu local de trabalho?	106
Gráfico 13 – Condições de trabalho	106
Gráfico 14 – Doenças anteriores/atuais	107
Gráfico 15 – Sintomas atuais. Durante os últimos três meses você teve algum dos sintomas mostrados abaixo?.....	108
Gráfico 16 – Sintomas atuais. Durante os últimos três meses você.....	114
Gráfico 17 – Ambiente geral de trabalho	117
Gráfico 18 – Condições de temperatura. Barulho. a) O que você pensa sobre a temperatura geral no seu local de trabalho? b) Problemas relacionados à temperatura	

c) O que você pensa do barulho no seu local de trabalho? d) Problemas relacionados a barulho118

Gráfico 19 – Qualidade do ar. a) O que você pensa da qualidade do ar no seu local de trabalho? b) Há salas com ar de má qualidade? c) Problemas relacionados à qualidade do ar119

LISTA DE SIGLAS

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	micrograma por metro cúbico
μm	micrômetro
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar-condicionado
BTEX	benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CO	monóxido de carbono
CO ₂	dióxido de carbono
COV	compostos orgânicos voláteis
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
ILPI	instituição de longa permanência para idosos
MP	Material Particulado
MP ₁₀	partículas inaláveis com diâmetros $\leq 10 \mu\text{m}$
MP _{2,5}	partículas inaláveis finas com diâmetros $\leq 2,5 \mu\text{m}$
NBR	Norma Brasileira
NE	Nordeste
NO ₂	dióxido de nitrogênio
O ₃	ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pronto Atendimento
PMV	Prefeitura Municipal de Vitória
PNAU	Política Nacional de Urgência
ppm	partes por milhão
PTS	partículas totais em suspensão com diâmetro $\leq 50 \mu\text{m}$
QAI	Qualidade do Ar Interior
RMGV	Região Metropolitana da Grande Vitória
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SED	Síndrome do Edifício Doente
SUS	Sistema Único de Saúde
TCOV	compostos orgânicos voláteis totais
UBS	Unidades Básicas de Saúde

UFC	unidade formadora de colônia
UFC/m ³	unidade formadora de colônia por metro cúbico
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UVV	Universidade Vila Velha

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA.....	21
1.2	PROBLEMA.....	22
1.3	OBJETIVOS.....	22
1.3.1	Objetivo geral	22
1.3.2	Objetivos específicos.....	23
2	ARQUITETURA DOS EDIFÍCIOS DE SAÚDE E A QUALIDADE DO AR	24
2.1	REDE DE ATENÇÃO À SAÚDE	39
3	QUALIDADE DO AR EM EDIFÍCIOS DE SAÚDE	41
3.1	A INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE VENTILAÇÃO NOS EDIFÍCIOS DE SAÚDE.....	47
3.2	AS ATIVIDADES LABORAIS E OS SINTOMAS REPORTADOS PELOS TRABALHADORES DA SAÚDE	54
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
4.1	TIPO DE ESTUDO.....	61
4.2	ASPECTOS ÉTICOS	61
4.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	61
4.3.1	O Pronto Atendimento.....	63
4.3.2	Ambientes monitorados	65
4.4	MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E DE POLUENTES ..	68
4.4.1	Parâmetros ambientais	70
4.4.2	Material particulado	71
4.4.3	Bioaerossóis	72
4.5	AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE	75
4.5.1	Cálculo da exposição à poluição do ar interior	75
4.5.2	Questionário <i>MM040 NA Hospital</i>	76
4.5.2.1	<i>Tradução do Questionário</i>	77
4.5.2.2	<i>Aplicação do Questionário</i>	77
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	77
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES E DA QUALIDADE DO AR DO PA	79
5.1.1	Parâmetros ambientais por ambiente monitorado	82
5.1.2	Material Particulado por ambiente monitorado	87
5.1.3	Bioaerossóis por ambiente monitorado	94
5.2	AVALIAÇÃO DA QAI E O BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE	101
5.2.1	Exposição à poluição do ar interior	101
5.2.2	Respostas questionário <i>MM040 NA Hospital</i>	103
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
	REFERÊNCIAS.....	123
	Anexo A – Carta de apresentação	133
	Anexo B – <i>MM040 NA Hospital - Indoor Climate in Hospital/Health Care Establishment, Modelo Örebro</i>	134
	Apêndice A – Tabela de Dissertações de 2012 a 2022	139

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece que a poluição do ar é considerada uma das maiores ameaças à saúde ambiental, sendo responsável por sete milhões de mortes em todo o mundo a cada ano (IQAir, 2021). O ser humano passa de 80 a 90% do seu tempo em ambientes interiores e inala 10m³ de ar diariamente (Hassan, Zeeshan e Bhatti, 2021). Dessa forma, a presença de poluentes atmosféricos perigosos nesses ambientes pode causar efeitos prejudiciais de curto e de longo prazo à saúde humana (Hassan, Zeeshan e Bhatti, 2021; Palmisani *et al.*, 2021).

O ar interior, conforme Wang, Ang e Tade (2007) e traduzido por Schirmer *et al.* (2011), é aquele de áreas não industriais, como habitações, escritórios, escolas e hospitais, no qual a condição ambiental é resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial (Brasil, 2003).

A preocupação com a Qualidade do Ar Interior (QAI) surgiu em meados da década de 70 do século XX, a partir da crise energética nos países desenvolvidos. A fim de racionalizar a energia, esses países passaram a construir edifícios selados com a finalidade de maior eficiência dos sistemas de climatização. Dessa forma, esses ambientes passaram a ter uma baixa troca de ar interna/externa, o que acarretou em um aumento nos níveis de poluentes internos e, conseqüentemente, nos casos de problemas relacionados à qualidade do ar (Gioda e Aquino Neto, 2003 a,b; Schirmer *et al.*, 2011).

Na década de 80 do século XX, a OMS denominou como Síndrome do Edifício Doente (SED) aquele edifício em que pelo menos 20% dos seus ocupantes apresentem a associação de um ou mais sintomas, por no mínimo duas semanas, relacionados à poluição dos ambientes interiores e que desaparecem quando esse ocupante se afasta do edifício. Os sintomas mais frequentes são a irritação e a obstrução nasal, a desidratação e a irritação da pele, a irritação e secura na garganta e nas membranas dos olhos, a dor de cabeça, a letargia e o cansaço generalizado levando à perda de concentração (Gioda e Aquino Neto, 2003b; Schirmer *et al.*, 2011).

Segundo Jones (1999, p.4538), surtos de SED ocorrem em edifícios mais antigos e naturalmente ventilados. No entanto, a SED é mais comum em edifícios modernos, energeticamente eficientes e herméticos, em particular aqueles servidos por sistema mecânico de aquecimento, de ventilação e ar-condicionado. Essa

observação levou muitos a concluir que a SED deve, de alguma forma, estar associada a problemas de QAI.

A qualidade do ar em ambientes hospitalares, provavelmente, é um fator de risco significativo com consequências para a saúde tanto da equipe de trabalho hospitalar quanto dos pacientes que ocupam esses espaços (Jung *et al.*, 2015), mesmo que temporariamente. Essa QAI é afetada pelas atividades e produtos que são utilizados nos processos hospitalares, tais como produtos farmacêuticos, produtos químicos de laboratório, produtos de limpeza e esterilização, contaminantes biológicos, poeira (Veysi *et al.*, 2019), materiais de construção, mobiliários, atividades humanas e influência de poluentes externos (Fonseca *et al.*, 2018). A forma em que os espaços hospitalares são ocupados, com pacientes, visitantes e equipe de trabalho, os quais têm diferentes sensibilidades a todos esses produtos, tornam o hospital um edifício mais complexo em comparação aos edifícios comerciais e industriais (VEYSI, *et al.*, 2019), visto que as instalações de saúde e hospitais são edifícios únicos em que coexistem ambientes heterogêneos (Kalender-Smajlović; Kukec; Dovjak, 2022).

Da mesma forma que as atividades, os produtos e processos hospitalares influenciam na QAI, os sistemas de ventilação também desempenham um papel importante na qualidade do ar. Os sistemas de ventilação, tanto mecânica quanto natural, são usados para proporcionar conforto térmico ao usuário, controlando a temperatura e a umidade relativa do ar dos ambientes internos e diluindo os poluentes do ar interior com o ar externo, quando de boa qualidade. Se eficientes, os sistemas de ventilação são responsáveis, além do conforto ambiental, pelo bloqueio ou retirada dos poluentes internos, diminuindo sua concentração para minimizar os efeitos nocivos à saúde dos ocupantes (Fonseca *et al.*, 2018).

Ao proporcionarem conforto térmico, os sistemas de ventilação em hospitais passam a ter a temperatura e a umidade relativa do ar como índices recomendados para refletir a eficiência desses sistemas (Chung *et al.*, 2015). Entretanto, pouco se estabelece sobre os níveis de poluentes que possam ter no ambiente interno. Um indicador frequentemente utilizado para a avaliação da renovação do ar interno, e consequentemente caracterizar a QAI, é a concentração de dióxido de carbono (CO₂) no ambiente (Chung *et al.*, 2015; Fonseca *et al.*, 2018), já que essa concentração está diretamente ligada ao número de pessoas em um espaço por ser um produto do metabolismo humano. No Brasil, a concentração máxima estabelecida pela Agência

Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para o CO₂ no ambiente é de 1000 ppm como um indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar (Brasil, 2003). Já para a NBR 17037, a concentração poderá alcançar valores superiores a 1100 ppm em áreas urbanas, porque essa concentração em ambiente climatizado/ventilado pode ser de até 700 ppm de CO₂ acima do valor da concentração externa (ABNT, 2023) a qual pode variar entre, aproximadamente, 400 ppm e 600 ppm em áreas externas urbanas (Silva *et al.*, 2022).

Em ambientes interiores, entre os principais poluentes encontrados, o material particulado (MP) ou aerossol é o nome dado a um grupo de poluentes de diferentes origens e constituições, composto por partículas sólidas ou líquidas em suspensão no ar. Pode ser de origem mineral, orgânica, da combustão, entre outras fontes (Seinfeld; Pandis, 2016). O MP pode ser classificado em partículas totais em suspensão (PTS) com diâmetros $\leq 50 \mu\text{m}$; partículas inaláveis com diâmetros $\leq 10 \mu\text{m}$ (MP₁₀), e partículas inaláveis finas com diâmetros $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (MP_{2,5}). Em 2021, a OMS atualizou suas diretrizes estabelecendo um limite médio para 24 h de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP₁₀ e 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP_{2,5} (WHO, 2021). Em 2023, no Brasil, a NBR 17037 limitou a concentração média em 24 h de MP₁₀ a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e MP_{2,5} a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar, como indicador adequado da qualidade do ar e limpeza do ambiente climatizado (ABNT, 2023).

Aerossóis infecciosos tendem a ser extremamente pequenos ($< 5 \mu\text{m}$) e podem permanecer suspensos e viáveis no fluxo de ar por longos períodos, podendo penetrar mais profundamente no trato respiratório humano, resultando em risco extremamente alto de infecção aérea em locais sem renovação de ar adequada (Gizaw; Gebrehiwot; Yenew, 2016).

O nível de MP no ar pode ser afetado pela ressuspensão de partículas pelo caminhar dos ocupantes desses ambientes fechados, como pacientes, visitantes e equipe de trabalho, bem como pela infiltração do ar externo. A concentração de MP no ar pode estar correlacionada, também, com as concentrações de micro-organismos transportados pelo ar (os bioaerossóis), posto que muitos deles, como bactérias, podem existir como partículas aéreas (Mousavi *et al.*, 2019).

Os bioaerossóis são poluentes atmosféricos particulados, formados por gotículas líquidas e partículas de matéria sólida no ar, cujos componentes contêm ou têm a eles ligados micro-organismos como bactérias ou esporos de fungos e/ou seus subprodutos, vírus, grãos de pólen, fragmentos de tecidos vegetais, algas

transportadas pelo ar, fragmentos de insetos microbianos, células de pele animal e humana (Gizaw, Gebrehiwot e Yenew, 2016; Mousavi *et al.*, 2019).

Em estabelecimentos de saúde, a transmissão e a distribuição de agentes infecciosos podem ser afetadas pelos sistemas de ventilação. Podem ser um bom parâmetro da degradação da QAI, a distribuição de tamanho das partículas internas com a alteração da qualidade dos filtros de ar desses sistemas de ventilação (Jung *et al.*, 2015; Baurès *et al.*, 2018). Muitos fatores afetam a presença, concentração e diversidade desses bioaerossóis, como estação do ano, turno de trabalho, temperatura, umidade, a concentração de MP, entre outros (Mousavi *et al.*, 2019). Para fungos, no Brasil, a Anvisa estabelece concentrações de até 750 UFC/m³ no ar (Brasil, 2003), enquanto a OMS considera aceitável concentrações de até 500 UFC/m³ (WHO, 1990).

A preocupação com a QAI, em edifícios de saúde, se intensifica devido à natureza das atividades desempenhadas, à exposição, ao risco a saúde, tanto de pacientes quanto da equipe que trabalha nesses locais. O ar ambiente dos hospitais contém uma ampla gama de poluentes químicos e biológicos que podem ser perigosos para a saúde da equipe hospitalar (Kalender-Smajlović; Kukec; Dovjak, 2022). O controle inadequado da QAI em hospitais pode causar aumento na prevalência da SED, uma diminuição no conforto e eficiência, menor produtividade, maior absenteísmo e doenças ocupacionais nos trabalhadores desses estabelecimentos e, também, levar a infecções hospitalares aos pacientes (Śmiełowska; Marć; Zabiegała, 2017; Pitarma; Marques; Ferreira, 2017; Veysi *et al.*, 2019).

A partir de 2020 com a declaração da pandemia do SARS-CoV-2, causador da doença Covid-19, em que uma quantidade significativa de profissionais de saúde se contaminou e foi a óbito por causa de suas atividades laborais (Farias, 2022), esse estudo ganhou mais força e relevância na busca de soluções para mitigar o efeito catastrófico de futuras pandemias por vírus respiratório com transmissão por via aérea. Contudo, ainda são poucos os estudos em ambientes hospitalares que procuram correlacionar a QAI e seus fatores construtivos, com a saúde ocupacional (Rautiainen *et al.*, 2019; Veysi *et al.* 2019; Kalender-Smajlović; Kukec; Dovjak, 2022).

Para Śmiełowska, Marć e Zabiegała (2017), há a necessidade de definir, por meio de normas legais apropriadas, o que é o ambiente de trabalho e de que maneira precisa e quais condições ambientais devem ser atendidas e quais parâmetros devem

ser monitorados rotineiramente neles. Por essa razão, existe a necessidade urgente de consultas sociais e pesquisas de monitoramento de rotina sobre a QAI em vários tipos de edifícios de utilidade pública para criar uma base de dados adequada (Śmiełowska; Marć; Zabiegała, 2017).

1.1 JUSTIFICATIVA

No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES¹, foram realizadas pesquisas de dissertações acadêmicas, considerando o recorte temporal dos últimos 10 anos, com os seguintes descritores: "qualidade do ar interno" AND hospitalar; "saúde do trabalhador" AND "qualidade do ar"; "arquitetura hospitalar"; "ventilação natural" AND ambientes de saúde; "poluentes biológicos"; "qualidade do ar" AND edifício; "síndrome do edifício doente"; "ambientes internos" AND hospital; "conforto ambiental" AND hospital; "qualidade do ar interior" AND "conforto ambiental" (Apêndice A). Foram encontradas 4 dissertações relacionadas diretamente com a temática proposta do trabalho elaboradas por Ziehe (2014), Pinheiro (2017), Alcântara (2019) e Souza (2020); com isso, foi possível perceber que o tema é de interesse multidisciplinar por ser abordado por áreas de estudo de concentrações distintas.

Além dessas, foram selecionadas 4 dissertações com relevância para a temática do trabalho elaborados por Silva (2016), Aguiar (2017), Fugazza (2020) e Cestavo (2021), por trabalharem a simulação pelo processo computacional CFD (*Computacional Fluid Dynamics*) para analisar o potencial de ventilação dos ambientes.

Percebe-se que as dissertações publicadas sobre o tema proposto ainda são incipientes e a maior parte das pesquisas enfatiza o nível terciário do Sistema Único de Saúde (SUS). De tal modo, foram encontradas duas dissertações de avaliação pós-ocupação, uma para o nível primário e uma para o nível secundário de atendimento. Essas duas únicas dissertações que abordam exclusivamente os níveis de atenção primária e secundária do SUS, e que se aproximam da temática proposta, são de Garcia (2018) e de Menezes (2012), que têm como temática a qualidade do ambiente construído em edifícios hospitalares.

¹ <[https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>](https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/).

Identificou-se como uma lacuna a abordagem sobre a saúde do trabalhador desses espaços. Entre os poucos trabalhos na área, tem-se a dissertação elaborada por Brites (2015), cujo tema trata a qualidade do ar e o trabalhador da enfermagem, abordando como foco a Síndrome do Edifício Doente.

Com a pandemia ocasionada pelo SARS-CoV-2, declarada em março de 2020, a pauta da saúde dos trabalhadores em ambientes hospitalares ganhou uma nova força na preocupação em se intensificar os métodos de mitigação do risco de contaminação biológica por via aérea, obtendo destaque mundial.

É importante acrescentar, também, que a Organização das Nações Unidas (ONU) e seus parceiros no Brasil estão trabalhando para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Entre os 17 objetivos, esta dissertação se enquadra no objetivo 11 que é de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, e que tem no item 11.6 o objetivo de, até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros (Nações Unidas no Brasil, 2022). Com isso, o trabalho pode contribuir com informações para essa importante parcela da população com a discussão sobre a influência de fatores construtivos na exposição à poluição do ar e os efeitos sobre a saúde.

1.2 PROBLEMA

Fatores como os sistemas de ventilação e a funcionalidade dos espaços em um edifício de Pronto Atendimento (PA) localizado na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) influenciam na QAI e no bem-estar do trabalhador da saúde?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a relação da arquitetura — principalmente dos sistemas de ventilação e da funcionalidade dos ambientes — de um PA, localizado na RMGV, com a QAI dessa edificação e seu impacto no bem-estar do trabalhador da saúde.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Revisar a literatura sobre QAI, conceitos, legislações e normas técnicas vigentes a respeito do tema, bem como compreender a influência da temática no bem-estar do trabalhador da saúde;
- b) Avaliar como os fatores construtivos - tipos de sistemas de ventilação e atividades laborais influenciam nos parâmetros ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e CO₂) e na QAI (concentrações de MP e de bioaerossóis);
- c) Avaliar a exposição do trabalhador da saúde a concentrações de poluentes atmosféricos (MP_{2,5}, MP₁₀, bioaerossóis) e sua percepção sobre a QAI em seu ambiente de trabalho.

2 ARQUITETURA DOS EDIFÍCIOS DE SAÚDE E A QUALIDADE DO AR

Da Antiguidade, dificilmente encontraremos registros de um local específico para o tratamento de doentes que pudessem ser aceitos para permanência e tratamento de suas mazelas (Campos, 1965). Os primeiros estabelecimentos de assistência a enfermos tinham pouco a ver com as atuais instituições. A origem do hospital é muito anterior à era cristã, mas foi com a ascensão do Cristianismo que o hospital teve a sua relação com a assistência social às pessoas que se encontravam sob grande desventura (Lisboa, 2002; Neufeld, 2013).

De raiz latina, a origem da palavra hospital (*Hospitalis*) estava ligada à hospedagem, já que nesses locais de assistência eram recebidos peregrinos pobres e enfermos; entre esses também se juntavam os órfãos. Atualmente, o termo hospital se aproxima do significado de *nosocomium*, de origem grega, que é tratar os doentes (Campos, 1965; Lisboa, 2002).

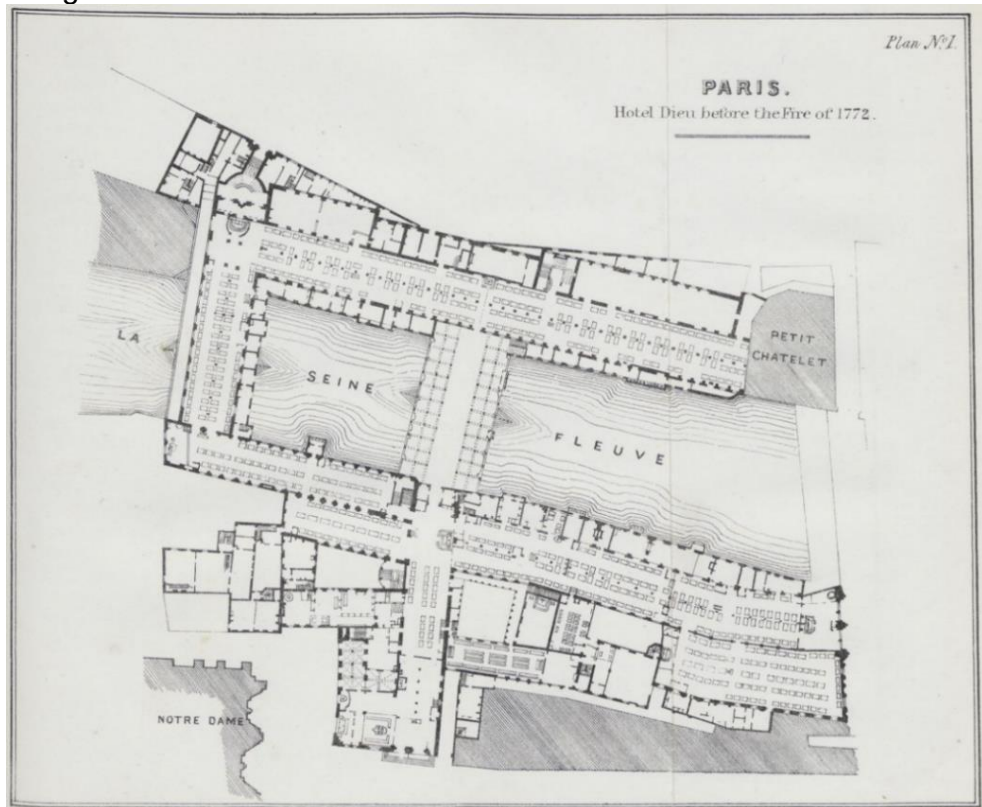
Na Idade Média, a caridade e a salvação, premissas da fé cristã, incentivaram a difusão dos hospitais cristãos. Os hospitais surgiram com as funções de hospedagem e caridade, conforme Miquelin (1992, p.33) “[...] Durante o Concílio de Nice, em 325, a Igreja recomendava que ‘cada vila reserve um local separado para abrigo dos viajantes enfermos ou pobres [...] para assistir a quem quer que dele necessite’.” Nas rotas entre a Europa e o oriente próximo para chegar a Jerusalém, centenas de hospitais foram erguidos para dar assistência social e socorro aos peregrinos (Neufeld, 2013, p.9). Arquitetonicamente, a forma predominante dos hospitais da Idade Média era a nave, basílica ou capela (Carvalho, 2014, p.14).

De acordo com Fugazza (2020, p.5), dentro deste contexto, que o cuidar das almas e dor corpo era interligado e as doenças eram proeminentes da vontade de Deus, surgiu o *Hôtel-Dieu* de Paris. Hospital fundado em 651 (Carvalho, 2014, p.14), localizado em frente a catedral de Notre-Dame, era o maior, o mais espaçoso, o mais rico desse período e o mais aterrorizante (Fugazza, 2020, p.5), já que havia uma alta taxa de mortalidade acarretada pela falta de troca de ar viciado combinado com a superlotação, com acomodação sem distinção de sexo, idade ou tipo de doença (Costa, 2011, p.55).

Na Figura 1, segundo Nightingale (1863), é possível ver o *Hôtel-Dieu* antes do incêndio de 1772. No livro de Tollet (1892), é possível verificar as condições dos quartos do *Hôtel-Dieu* (Figura 2), nos quais os enfermos dividiam as camas enquanto

estavam hospedados. De acordo com Carvalho (2014, p.14), as principais características dos sistemas em nave eram a não diferenciação de doenças e não limitação ao número de doentes recebidos, o que tornavam os leitos insalubres.

Figura 1 – Planta baixa do *Hôtel-Dieu* antes do incêndio de 1772.



Fonte: Nightingale, 1863, p.12a.

Figura 2 – Um quarto no *Hôtel-Dieu* reprodução de uma xilogravura do século XVI



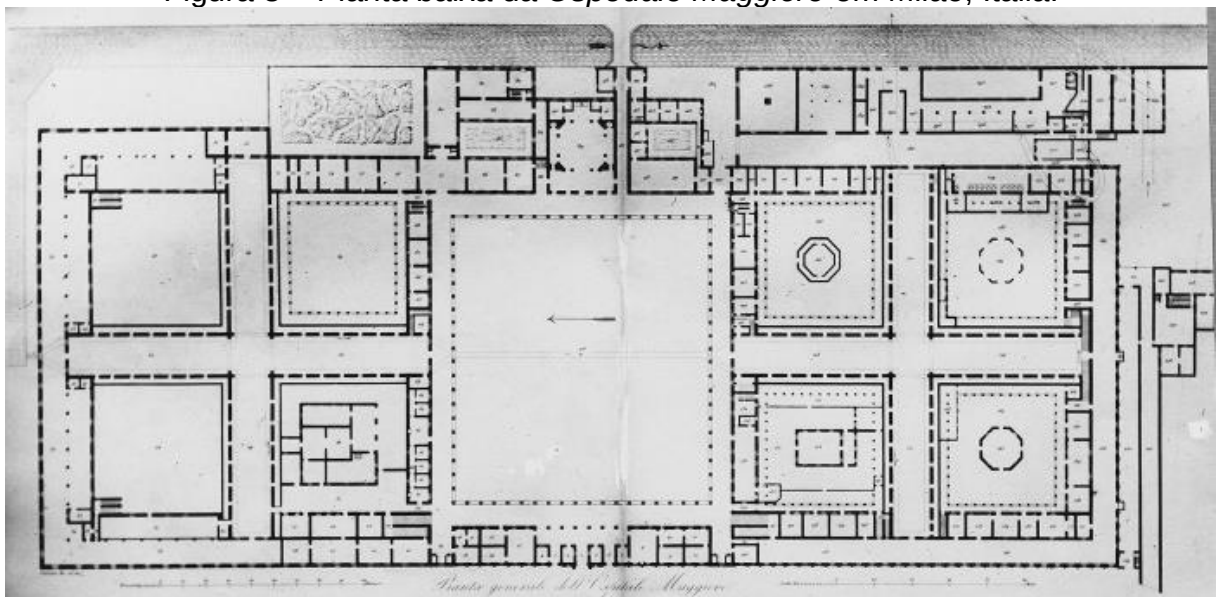
Fonte: Tollet, 1892, p.81.

Com o surgimento da lepra, entre o século XI a XIV, vários estabelecimentos de saúde voltados para o atendimento dos doentes surgiram em toda a Europa. Entre os séculos XIV a XVII, quando a peste bubônica devastou o continente europeu, lazaretos foram criados em regiões de fronteira, acima de tudo para recolher e isolar, pessoas vindas de cidades e regiões endêmicas. Principalmente, a partir do século XII, ocorreram várias sanções por parte da Igreja Católica: limitou a atuação médica de monges e cônegos regulares; impediu o clero de realizar qualquer procedimento médico que demandasse derramamento de sangue nos pacientes, proibiu a saída dos religiosos dos mosteiros e abadias para a prestação de assistência social, e, finalmente, em 1312, no Concílio de Viena determinou que a assistência médica passaria à competência dos leigos, cabendo à Igreja apenas a assistência espiritual (Neufeld, 2013, p. 9-10).

Dessa forma, do ponto de vista da arquitetura, os hospitais deixaram de ter um aspecto de igreja (claustro e nave) e passaram a ter uma aparência de palácio. A topologia cruciforme, quadrada ou clássica e a construção de pátios se difundiram. Com isso, essas instituições passaram a ser mais bem ventiladas e iluminadas (Neufeld, 2013, p.10).

O *Ospedale Maggiore*, projetado em 1456, foi construído utilizando dois conjuntos de quatro enfermarias dispostas em cruz, separados por um pátio e conectados por uma capela, conforme Figura 3.

Figura 3 – Planta baixa da *Ospedale Maggiore* em Milão, Itália.



Fonte: The Courtauld Institute of Art, 2022.

De acordo com Miquelin (1992, p.41), o projeto de Antonio Averulino-Filarete contém os elementos básicos das construções hospitalares dos próximos quatro séculos: pátios distribuidores, galerias e corredores, pórticos, alojamentos lineares organizados num plano cruciforme e simetria do conjunto com o eixo principal de entrada passando sobre a capela. A preocupação com aspectos de salubridade e saneamento do edifício é manifestada através de soluções extremamente refinadas. Segundo Fugazza (2020, p.7), o *Ospedale Maggiore* foi o primeiro hospital a utilizar a tipologia *pátio com corredor externo* que séculos após seria recomendada pela OMS como possuidora da melhor tipologia de edificação para melhor aproveitamento da ventilação natural.

Com o declínio do sistema hospitalar cristão, mudanças progressivas foram ocorrendo, fazendo com que o hospital geral, estabelecido sob a direção das municipalidades, se desenvolvesse ao longo da Idade Moderna. Entre os séculos XIV e XVI, durante o Renascimento, as transformações econômicas e sociais alteram o caráter da inserção de hospitais na vida urbana, o desemprego sobrecarrega o caráter assistencial dos hospitais; assim, para atender um maior número de pessoas, em menor espaço de tempo, há a necessidade de alterar a função do hospital (Lisboa, 2002, p.19-20).

Decerto, o hospital contemporâneo tem como base a introdução da medicina leiga e da cirurgia dos “barbeiros” que vinha se desenvolvendo ao longo do tempo. Entre os séculos XV e XVII, vários fatores contribuíram de maneira decisiva para trazer os médicos para os hospitais, sendo essas: as reformas legislativas, que definiram a prática médico-hospitalar; a percepção de que a atividade médica reduzia o tempo de permanência dos enfermos nos hospitais; e a transformação dos hospitais em locais de estudo médico e médico cirúrgico.

Esses fatos, fazem com que o hospital seja entendido como instrumento de cura (hospital terapêutico) e não mais como um ambiente de conforto espiritual, segregação ou repressão. Durante os séculos XVIII e início do século XIX, houve um aumento significativo no número de hospitais terapêuticos na Europa, contudo, manteve como foco principal, a pobreza. Nesse período, surgem os dispensários ou ambulatórios, os quais aparecem como complementos aos novos hospitais. Eram unidades de consulta externa, que tinham como objetivo oferecer cuidados médicos e de hospitalidade sem necessidade de internação (Neufeld, 2013, p.10).

No século XVIII, com o retorno da crença da teoria dos miasmas e os sucessivos incêndios que aconteceram no *Hôtel-Dieu*, em Paris — 1718, 1737, 1742 e, principalmente, o grande incêndio de 1772 —, houve um grande progresso na construção hospitalar (Campos, 1965; Lisboa, 2002; Neufeld, 2013). Segundo Campos (2011), “A teoria miasmática implicava na existência dos *miasmas*, emanações deletérias, voláteis e invisíveis, que levadas pelo vento ocasionavam um sem-número de moléstias”. Em Byrne *apud* Newhouse (2015) informa que a teoria do miasma

[...] foi o paradigma médico predominante na comunidade médica medieval e moderna. Quando o ar ou “vapores” eram poluídos com qualquer coisa podre ou pútrida, entrava no corpo fazendo com que o excesso de humores se acumulasse nos gânglios linfáticos ou apodrecesse o coração. Esses ares fétidos podem ser causados pelo alinhamento das estrelas, vapores de terremotos, irregularidades climáticas ou sujeira humana (Byrne *apud* Newhouse, 2015, p.82, tradução nossa).

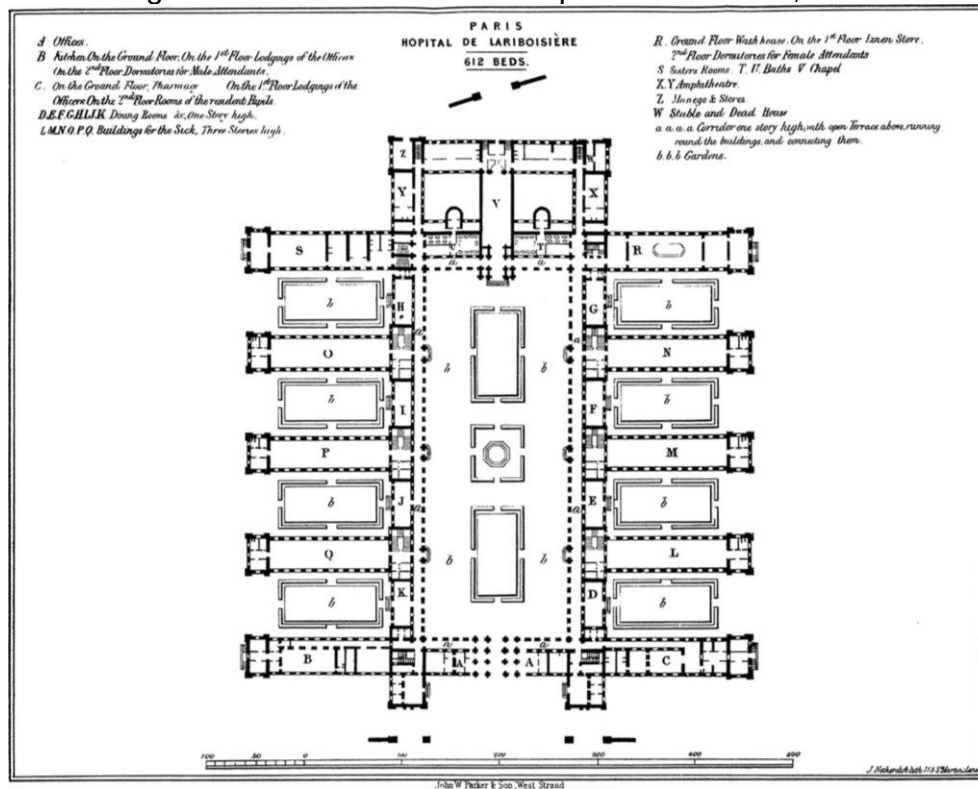
De acordo com Curtis (*apud* Reinhardt, 2019, p.5), [...] Hipócrates (460 a 377 a.C.) afirmava que para se manter saudável o indivíduo devia ficar longe de ares, águas e lugares que contivessem miasmas ou vapores perigosos. Para Martins *et al.* (1997, p.78), “A teoria dos *miasmas* é um interessante caso de uma concepção errada que foi extremamente útil à humanidade.”, por trazer, à época, medidas sanitárias que trouxeram melhorias à saúde pública, surgindo o movimento higienista. Com essa teoria, para evitar moléstias, o ar limpo e fresco era fundamental. Para este propósito, melhorar o ar dos hospitais, era necessária uma reformulação dessas edificações.

Após o grande incêndio no *Hôtel-Dieu* de Paris, em 1772, foi feito um relatório sobre a situação do hospital. Esse relatório serviria de guia para a construção de novos hospitais. Conforme Campos (1965, p.40), “A Academia de Ciências foi encarregada de elaborar o programa para a nova construção. Colaboraram neste trabalho, Lavoisier, Laplace, Tenon, Baily, Coulon, Tillet, Lassone, Daubeton e d’Arcel.”

O programa de reconstrução do *Hôtel-Dieu* não foi bem aceito à época e o programa de construção foi aproveitado no projeto (1839) do arquiteto Martin-Pierre Gauthier e na construção (1846) do Hospital *Lariboisière*, em Paris, que darão origem ao “hospital pavilhonar”, que predominará no Ocidente até o início do século XIX (Campos, 1965; Campos, 2011; Neufeld, 2013). Na Figura 4, ao analisar a planta do Hospital *Lariboisière*, é possível verificar que o novo hospital dispunha de diversos

pavilhões espaçados por uma área central (Figura 5) a fim de proporcionar a ventilação no intuito de evitar o problema da umidade e estagnação do ar. Além de possuir um sistema de ventilação complexo, adotando sistemas de ventilação e aquecimento distintos tanto para o pavilhão feminino e quanto para o masculino (Gallo, 2003), em função do pé-direito alto e do sistema de ventilação, dispunham de 53 m³ de ar por paciente (Miquelin, 1992, p.44).

Figura 4 – Planta baixa do Hospital *Lariboisière*, Paris



Fonte: Nightingale, 2015.

Figura 5 – Vista externa a partir do pátio do Hospital *Lariboisière*



Fonte: Gallo, 2003.

Ainda na Europa do século XIX, havia a enfermeira Florence Nightingale, que conhecia e recomendava o sistema de pavilhões para as construções hospitalares, marcando um período de revolução na arquitetura dos edifícios de saúde. Com os altos índices de mortalidade, em torno de 90%, que a Inglaterra apresentava à época, Nightingale foi convidada a propor soluções para esse problema (Draganov; Sanna, 2017). A enfermeira escreveu e publicou dois livros: *Notes on Hospitals* e *Notes on Nursings*. No livro *Notes on Hospitals* (1863), Florence Nightingale apresentava possíveis erros de arquitetura que influenciavam na insalubridade em hospitais, tais como altura do pé-direito, dimensões e *layout* das enfermarias, elementos que influenciariam em uma “boa enfermaria”, já que para ela esse espaço deveria fornecer ar puro, luz e temperatura adequada aos doentes. Mais tarde, esse ambiente seria chamado de “enfermaria Nightingale” (Miquelin, 1992), em que ela mesma descreveu em seu livro.

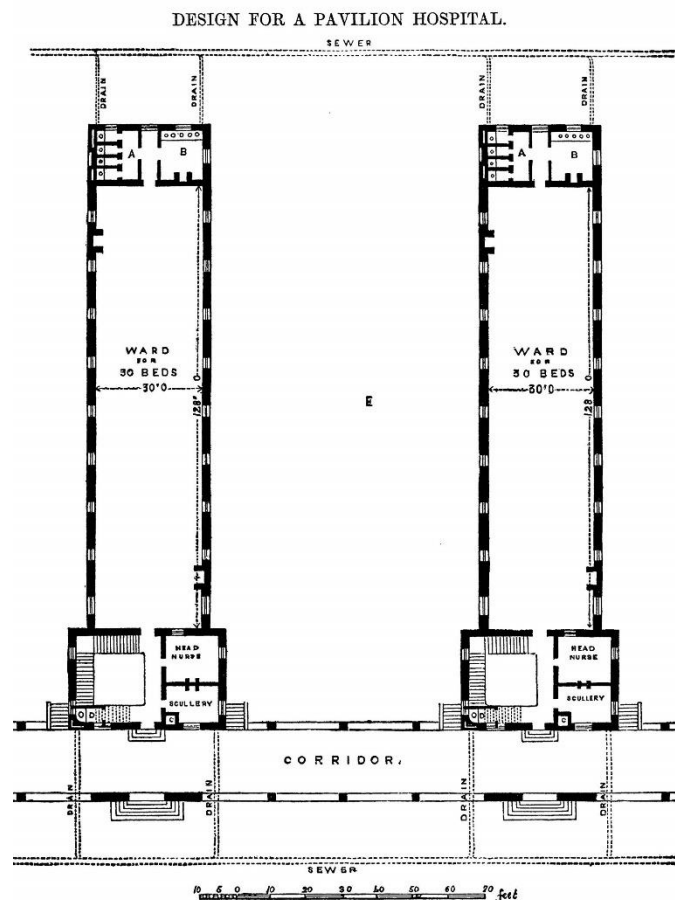
O primeiro princípio das construções de hospitais é dividir os doentes em pavilhões separados. Por pavilhão hospitalar entende-se um bloco de edifício avulso, capaz de conter o maior número de leitos que nele possa ser colocado com segurança, juntamente com quartos adequados para enfermeiros, copas de enfermarias, lavabos, banhos, sanitários, todos completos, repartidos ao número de doentes, e totalmente desvinculado de quaisquer outros pavilhões de que o hospital possa consistir, ou com os escritórios administrativos gerais, exceto por passagens ou corredores claros e arejados. Um pavilhão é de fato um hospital separado, que tem, ou deveria ter, tão pouca conexão em sua ventilação com qualquer outra parte do hospital, como se fosse realmente um estabelecimento separado a quilômetros de distância. A característica essencial da construção do pavilhão é dividir hospitais de qualquer tamanho em várias partes separadas, tendo uma administração comum, mas nada mais em comum. E o objetivo pretendido é que a atmosfera de nenhum pavilhão ou ala se difunda para qualquer outro pavilhão ou ala, mas que escape para o ar livre o mais rápido possível, enquanto seu lugar é fornecido pelo ar mais puro que se pode obter do exterior (Nightingale, 1863, p.56, tradução nossa).

De acordo com Miquelin (1992), esse modelo “pavilhonar” (Figura 6) tornou-se o modelo de espaço de internação mais importante e característico do fim do século XIX, com esse modelo reproduzido em todo mundo ocidental. Para tal, Florence Nightingale descreveu 18 princípios para a construção hospitalar dando ênfase na necessidade de ventilação natural para esses espaços. Dentre os princípios, analisados por Draganov e Sanna (2017, p.97-98), pode-se destacar: o número de pavimentos, com esse princípio havia a recomendação de um único pavimento para evitar a contaminação do andar superior pelo ar contaminado do piso inferior; número de alas ou unidades por pavilhão, para facilitar a ventilação, caso houvesse mais de

uma ala, era recomendado interromper o piso com o uso de uma escada para evitar a troca de ar entre pavilhões; e, a ventilação natural, era essencial para edificação de saúde, para troca de ar e mantê-lo salubre.

Florence Nightingale era uma crítica em relação a ventilação artificial (Nightingale, 1863, p.77, tradução nossa) dizia que “A melhor maneira de curar esses belos, mas insalubres edifícios seria remover os aparelhos de aquecimento e ventilação [...]”, porque, no ponto de vista dela, alguns hospitais eram bem construídos, porém tinham uma alta taxa de mortalidade entre os internos; atribuindo esse fato ao sistema de ventilação artificial. Afirmava que as enfermarias adequadamente construídas, tinham como os principais meios de ventilação as portas, janelas e lareiras. Acreditava que se um hospital necessitava ser ventilado artificialmente, revelava um defeito de construção original que a ventilação artificial poderia compensar (Nightingale, 1863).

Figura 6 – Modelo de pavilhão hospitalar - Enfermaria Nightingale



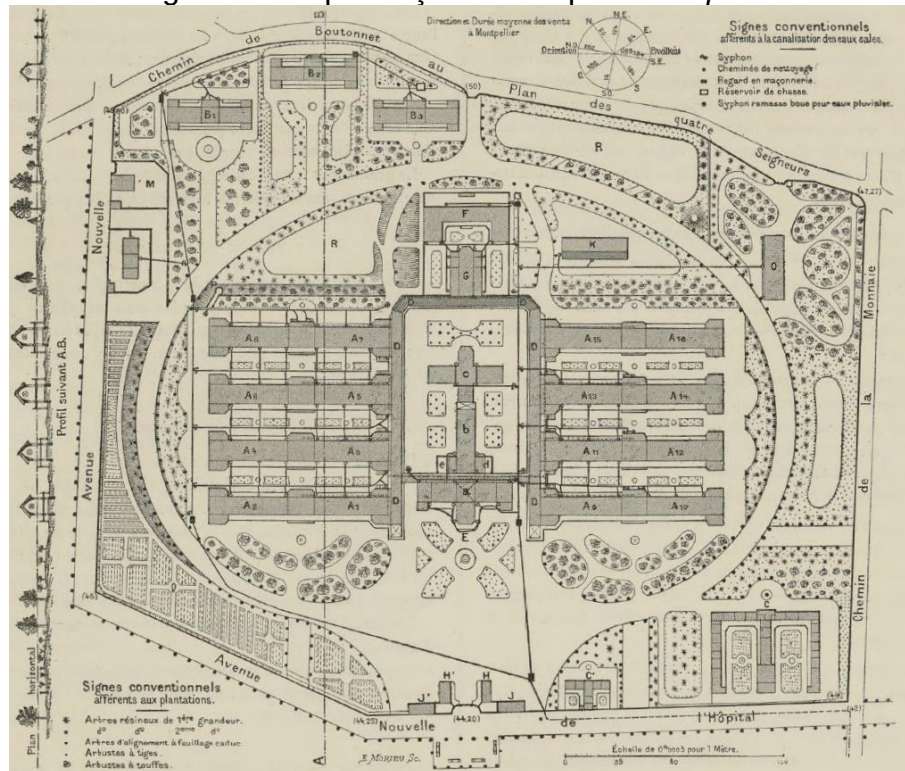
A. Ward Closets.
B. Bath and Lavatory.
C. Lift in Scullery.

D. Private Closet.
E. Ornamental Ground.
Ward Windows to be 4 ft. 8 in. in the clear.

Fonte: Nightingale, 2015.

e para o clima; em uma área livre de fontes insalubres, como os pântanos (Tollet, 1892), já que esses locais poderiam ser fontes de miasmas.

Figura 8 – Implantação do hospital Montpellier



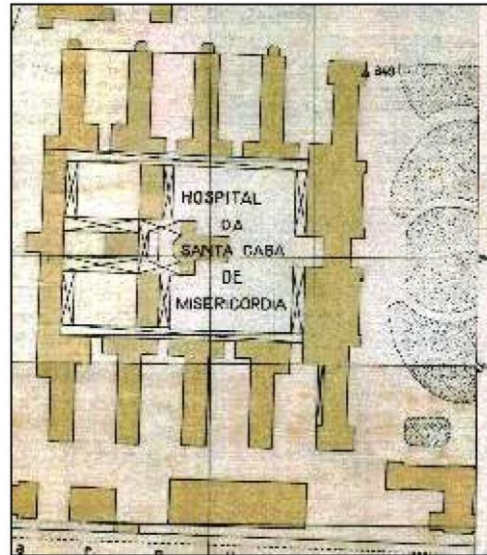
Fonte: Tollet, 1892, p.269.

Esse modelo de arquitetura hospitalar, o pavilhonar ou “enfermaria Nightingale”, que valoriza a iluminação e a ventilação natural, totalmente influenciado pela teoria miasmática, dominou o planejamento dos edifícios de saúde do século XIX (Miquelin, 1992), como o *Lariboisière* e o *Montpellier*. Essas edificações influenciaram as construções dos modelos hospitalares brasileiros, tais como o Hospital da Santa Casa de Misericórdia e o Hospital Militar, ambos localizados em São Paulo.

Em 1879, no Brasil, na cidade de São Paulo, foi realizado um dos primeiros concursos para engenheiros-arquitetos em que Luís Pucci foi classificado em primeiro lugar para a construção do Hospital da Santa Casa de Misericórdia (Campos, 2011). O autor do projeto adotou o “sistema de pavilhões” — sistema tido como melhor na ocasião, diante dos resultados positivos que vinha apresentando no combate à mortalidade hospitalar (Miquelin, 1992; Campos, 2011). Pela Figura 9, é possível verificar a semelhança na disposição e no número de pavilhões com um grande pátio

interno da Santa Casa de Misericórdia, o que demonstra a influência dos conceitos de planejamento hospitalar expostos no Hospital *Laribosière* de Paris.

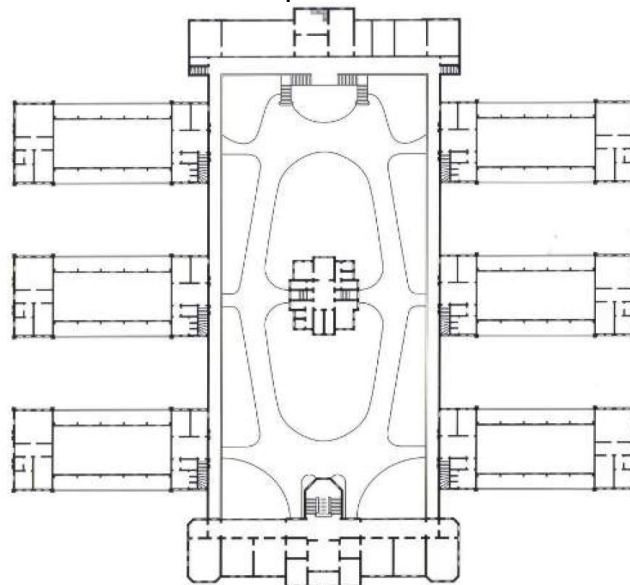
Figura 9 – Mapa de 1930 da projeção horizontal do Hospital da Santa Casa de Misericórdia



Fonte: Campos, 2011.

O Hospital Militar (1895-1899) de autoria do engenheiro e arquiteto Ramos de Azevedo apresentava a mesma tipologia do “hospital pavilhonar” (Figura 10), com exceção, a capela, elemento retirado da composição do espaço projetado pelo advento da Proclamação da República, de caráter laico (Campos, 2011).

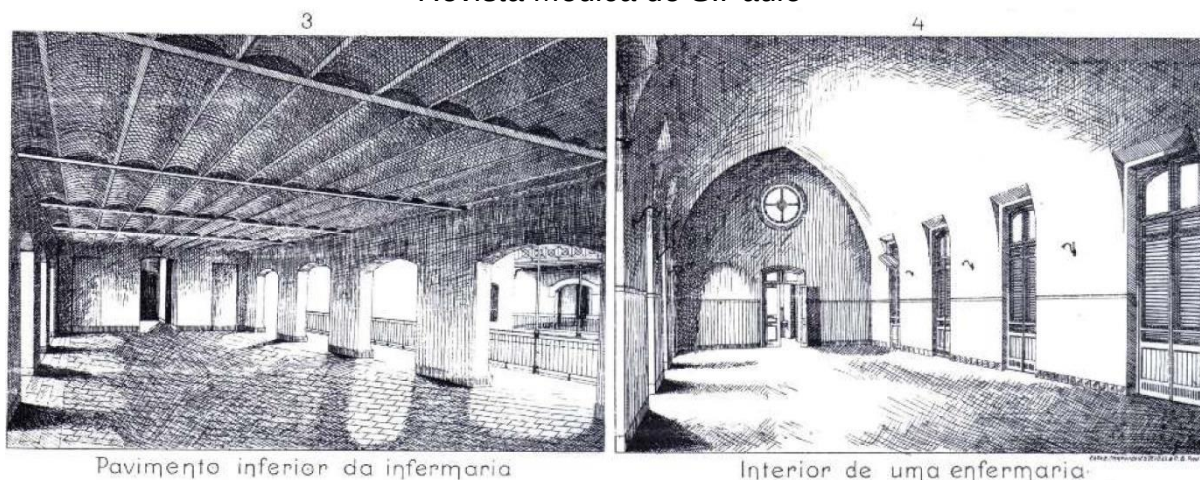
Figura 10 – Planta do Hospital Militar em São Paulo, 1895



Fonte: Carvalho, apud Campos, 2011.

Esse hospital apresentava enfermarias assentadas sobre pavimento inferior e providas de falsas abóbodas ogivais (Figura 11); e o emprego de sistemas de circulação de ar para o arejamento tanto do espaço interno da enfermaria, quanto do desvão entre a abóboda e o telhado (Campos, 2011).

Figura 11 – Ilustrações internas de enfermarias do Hospital Militar de São Paulo da *Revista Médica de S.Paulo*



Pavimento inferior da enfermaria

Interior de uma enfermaria

Fonte: Campos, 2011.

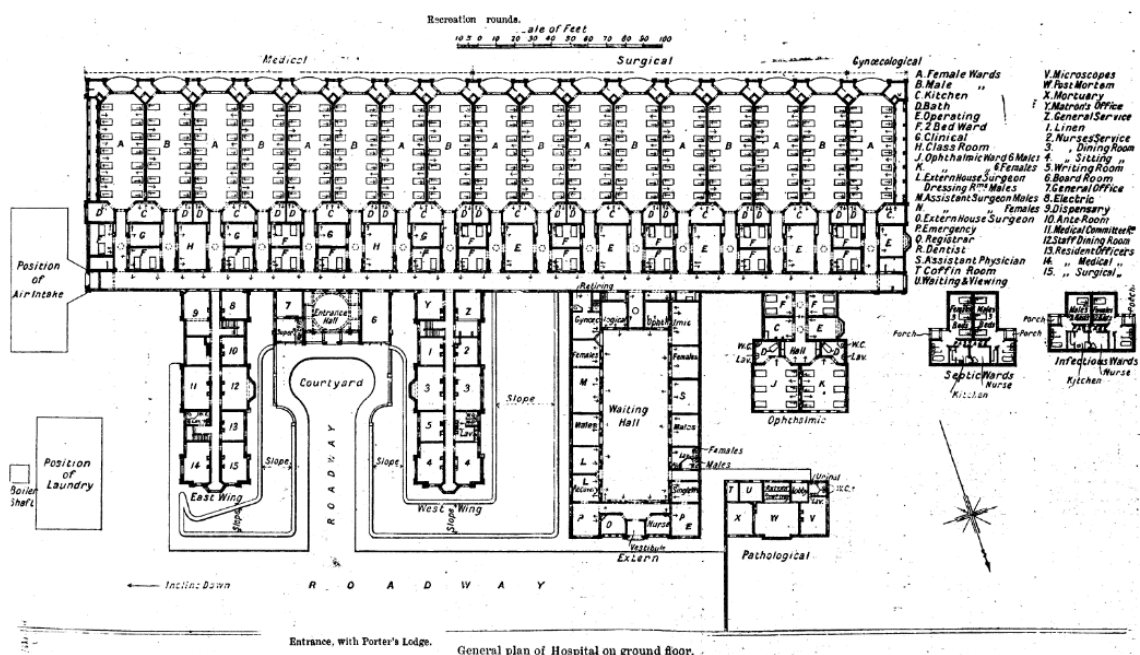
Como pôde ser visto, no século XIX houve uma valorização da ventilação e iluminação naturais na concepção dos hospitais por influência da teoria dos miasmas, surgindo propostas construtivas para a melhoria da ventilação nas edificações apresentadas, tanto do *Lariboisière* quanto do *Montpellier*, a proposta da “enfermaria Nightingale”, e as influências dessas propostas nos hospitais brasileiros, como o Hospital da Santa Casa de Misericórdia e o Hospital Militar, ambos localizados em São Paulo.

Conforme Martins *et al.* (1997, p.96), até o século XVIII, as ideias sobre os miasmas e sobre a transmissão de enfermidades pelo ar eram apenas hipóteses. Os autores ainda afirmam que, na verdade, pouco se sabia a respeito da própria natureza do ar. A partir da década de 1830, começaram a surgir indícios muito fortes a favor da ideia de que parasitas microscópicos ou visíveis poderiam ser a causa de doenças. Esse foi o início da fase moderna da chamada “teoria microbiana das doenças” (Martins *et al.*, 1997, p.105). Com essa nova teoria, levou à criação de um “mundo asséptico”, onde multiplicaram-se os procedimentos de controle sobre o meio hospitalar. Dessa forma, ao final do século XIX, surge o “grande hospital público” custeado, principalmente, pelo Estado (Neufeld, 2013, p.12).

Contudo, no início do século XX, o sistema “pavilhonar” ainda seria referência para a arquitetura na saúde, mesmo após aceitação generalizada da classe médica de teoria microbiana de doenças. As necessidades de constante ventilação e renovação do ar tanto do interior quanto no exterior das instalações hospitalares, não foram alteradas imediatamente com as novas descobertas científicas, mesmo porque os resultados da profilaxia então adotada eram realmente positivos (Campos, 2011).

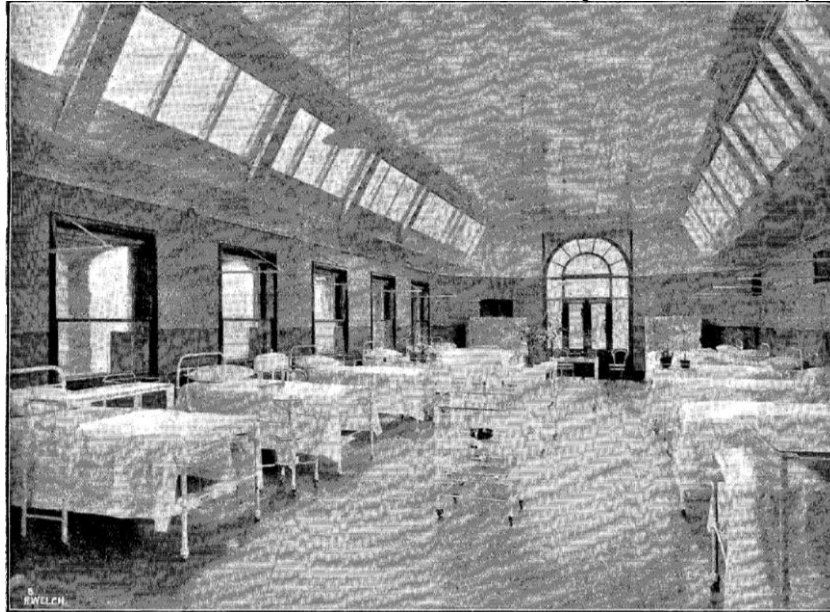
O *Royal Victoria Hospital, Belfast*, inaugurado em 1903, de acordo com Miquelin (1992, p.49), talvez seja um dos mais importantes exemplos de sofisticação técnica na área de ventilação mecânica. O sistema de ventilação permitiu que as enfermarias femininas (A) e masculinas (B) ficassem dispostas lado a lado, interligados por um corredor principal, sem os espaços preconizados até o momento pelo modelo com pavilhões, sendo um prédio mais compacto com adoção de um único pavimento nas enfermarias (ver planta geral na Figura 12), o que evitou a necessidade de escadas e elevadores de passageiros e o trabalho da equipe médica e de enfermagem foi minimizado, e o sistema de ventilação permitiu temperatura uniforme tanto no inverno quanto no verão, protegendo os pacientes, vivendo em uma atmosfera asséptica (Byers, 1903, p.237). Com a adoção de enfermarias lado a lado, a iluminação foi feita por uma janela ao fundo com orientação Sul e por iluminação zenital e as aberturas de cada lado da enfermaria para a entrada e saída de ar (Figura 13).

Figura 12 – Planta geral do *Royal Victoria Hospital, Belfast*, no piso térreo



Fonte: The New Royal Victoria Hospital, Belfast, 1903, p.27.

Figura 13 – Vista interna de uma enfermaria no *Royal Victoria Hospital, Belfast*



Fonte: Byers, 1903, p.239.

O *Royal Victoria Hospital, Belfast* pelas características construtivas já apresenta uma transição na arquitetura hospitalar. Essa transição será caracterizada pela compactação do edifício hospitalar, pois com as novas descobertas científicas, como a "teoria microbiana das doenças", não fazia mais sentido manter uma estrutura tão onerosa como a tipologia de pavilhões.

Ao final do século XIX, sobretudo nos Estados Unidos, o sistema de pavilhões estava sendo abandonado e sendo substituído por construções mais econômicas e eficientes e mais adequadas aos centros urbanos (Neufeld, 2013). Muitas das medidas profiláticas, até então preconizadas, se mostraram exageradas ou desnecessárias, pois com o surgimento da Bacteriologia e do tratamento antisséptico, a estrutura hospitalar não poderia ser mais tão onerosa (Campos, 2011).

Dessa forma, nas primeiras décadas do século XX, cada vez mais projetistas hospitalares foram atraídos pelo sistema monobloco, criado nos Estados Unidos (Costa, 2011) ou "bloco compacto" (Campos, 2011) ou "torres hospitalares" (monobloco vertical) (Neufeld, 2013). O primeiro exemplar de construção hospitalar com vários pisos foi construído em 1877, projetado por George B. Post, o *New York Hospital* (Campos, 2011). Esse hospital (Figura 14), conforme Filiaci (2014, p.88), possuía 7 pavimentos e não tinha apenas as enfermarias habituais, mas também quartos privados com uma ou duas camas (Figura 15).

Figura 14 – *New York Hospital*, Estados Unidos



Fonte: Filiaci, 2014, p.88

Figura 15 – À esquerda, solário e enfermagem habituais. À direita, quarto privado.



Fonte: Filiaci, 2014, p.88

2.1 REDE DE ATENÇÃO À SAÚDE

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 196, determina que “A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (Brasil, 1988). Em 1990, o SUS foi regulamentado pela Lei n. 8080 e, no Art. 4º, define o sistema como “O conjunto de ações e serviços de saúde, prestados por órgãos e instituições públicas federais, estaduais e municipais, da Administração direta e indireta e das fundações mantidas pelo Poder Público” (Brasil, 1990).

A legislação ao defender que o acesso à saúde seja universal e igualitário e prestados por todos os entes federativos, desde 2006, normas até então existentes foram substituídas pelo Pacto da Saúde, que é um acordo no qual os gestores de cada nível de governo assumem compromissos mútuos sobre as metas e responsabilidades em saúde (Paim *et al.*, 2011, p.19).

Para o atendimento à população, a organização dos serviços de saúde é hierarquizada em níveis de complexidade tecnológica crescentes, definidos como níveis de atendimento (Garcia, 2018, p.31). Essa hierarquização dos serviços do SUS visa estabelecer o fluxo de pacientes em três níveis para facilitar e organizar a prestação dos serviços que são categorizados em três tipos: nível de atenção primária básica, atendimento realizado pelas Unidades Básicas de Saúde (UBS); nível de atenção secundária, praticados em hospitais, ambulatórios de especialidades e Unidades de Pronto Atendimento (UPA); e nível de atenção terciária, constituído por hospitais de referência (Paim *et al.*, 2011; Menezes, 2012; Garcia, 2018; Souza, 2020).

Em 2003, foi formulada a Política Nacional de Urgência (PNAU) consequência de uma grande insatisfação com os atendimentos nas emergências hospitalares. Essa política criou o primeiro componente do atendimento pré-hospitalar, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e, em um segundo momento, em 2008, criou o segundo componente do atendimento pré-hospitalar, as UPAs que funcionam 24 h para aliviar a demanda nas emergências hospitalares. Essas estabeleceram-se como importante ponto de acesso ao SUS, instituindo-se enquanto unidades intermediárias entre a atenção básica e as emergências hospitalares (Paim *et. al*, 2011; Konder; O'Dwyer, 2015).

Em maio de 2010, no Brasil, havia 391 UPAs (Paim *et. al*, 2011, p.24) e até em março de 2023 havia 1.467 PAs com a maior concentração de unidades na Região Sudeste (Tabela 1). Dessas, 40 unidades ficam no Espírito Santo, sendo 14 unidades na RMGV com 2 unidades na cidade de Vitória, capital do Espírito Santo (Brasil, 2023b).

Tabela 1 – Quantidade Geral por Região - Pronto Atendimento

Região	Quantidade geral
Região Norte	92
Região Nordeste	318
Região Sudeste	646
Região Sul	288
Região Centro-oeste	123
Total	1.467

Fonte: Ministério da Saúde. Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil – CNES, 2023b.

3 QUALIDADE DO AR EM EDIFÍCIOS DE SAÚDE

Para discorrer sobre a qualidade do ar em edifícios de saúde, foi adotada como metodologia a revisão narrativa da literatura. Esta não exige critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise das evidências e as fontes de dados podem ou não ser predeterminadas ou específicas (Pavani *et al.*, 2021). O método procura identificar o que foi realizado anteriormente, permitindo a consolidação, a construção de trabalhos anteriores, a soma, evitando duplicações e identificando omissões ou lacunas (Grant; Booth, 2009). Sendo assim, de forma a garantir a atualidade dos dados, os artigos utilizados nesta revisão foram estudos publicados de 2012 a 2022 em três bases de dados de periódicos internacionais, revisados por pares, com foco em pesquisas que fizeram levantamento de campo para análise de parâmetros de QAI em estabelecimentos de saúde, principalmente, hospitais e que, também, tinham interesse em estudar a saúde ocupacional da equipe de trabalho hospitalar.

Sendo assim, os descritores utilizados nas buscas foram "*Indoor air quality*" AND "*Hospital*" AND "*Occupational health*", resultando em 271 artigos. Sendo 142 artigos encontrados na base de dados *ScienceDirect*, 121 artigos encontrados na base *PubMed* e 8 artigos na base do *Scopus*. Para chegar a esses resultados, foi seguido o protocolo de pesquisa, que está resumido no Quadro 1, no qual foram definidos o objetivo, o descritor da pesquisa, as bases de dados nas quais foram feitas as buscas, as questões de pesquisa que nortearam as buscas e quais foram os critérios de exclusão.

Após a leitura dos títulos e dos resumos de todos os artigos encontrados nas buscas, foram excluídos os artigos que apresentaram divergência com a temática. Portanto, os estudos sobre o ambiente escolar e suas complementações (nº = 26), saúde pública de uma forma em geral (nº = 99); tecnologia, simulação computacional, Internet das coisas, entre outros (nº = 14); outros locais de estudos, como aeronave, centro aquático, escritórios, shopping centers, hospital/clínica veterinária, indústria, gráfica, templos, túnel, entre outros (nº = 48); revisão de literatura, capítulo de livro, artigo congresso (nº = 11); exposição ao amianto, Medicina do Trabalho, outros estudos de saúde ocupacional (nº = 12); teste respiradores de peça facial com filtro (nº = 01); outras incompatibilidades com o tema (nº = 23); duplicação de resultados (nº = 12); tema tratado de maneira abrangente (nº = 02); texto não revisado por pares (nº = 01); texto em outra língua – chinês (nº = 01); texto indisponível (nº = 02); todos

esses foram excluídos e, dessa forma, 19 artigos foram selecionados para análise posterior.

Quadro 1 – Resumo sobre o protocolo de pesquisa

Item	Conteúdo
Objetivo	Revisão e análise de publicações científicas com intuito de levantar o estado da arte a respeito de como a QAI de estabelecimentos de saúde influencia na saúde ocupacional do trabalhador da saúde.
Descritor	<i>"Indoor air quality" AND Hospital AND "Occupational health"</i>
Base de dados	<i>ScienceDirect; PubMed; Scopus</i>
Critérios de inclusão	Data: 2012 a 2022 (atualização de 02 a 03/01/2023) Local: Hospital Área de pesquisa: QAI e Saúde Ocupacional
Questões de pesquisa	Quais são os parâmetros da QAI analisados nos estabelecimentos de saúde? Como os parâmetros de QAI influenciam na saúde do trabalhador da saúde?
Critérios de exclusão	Conforme Figura 16

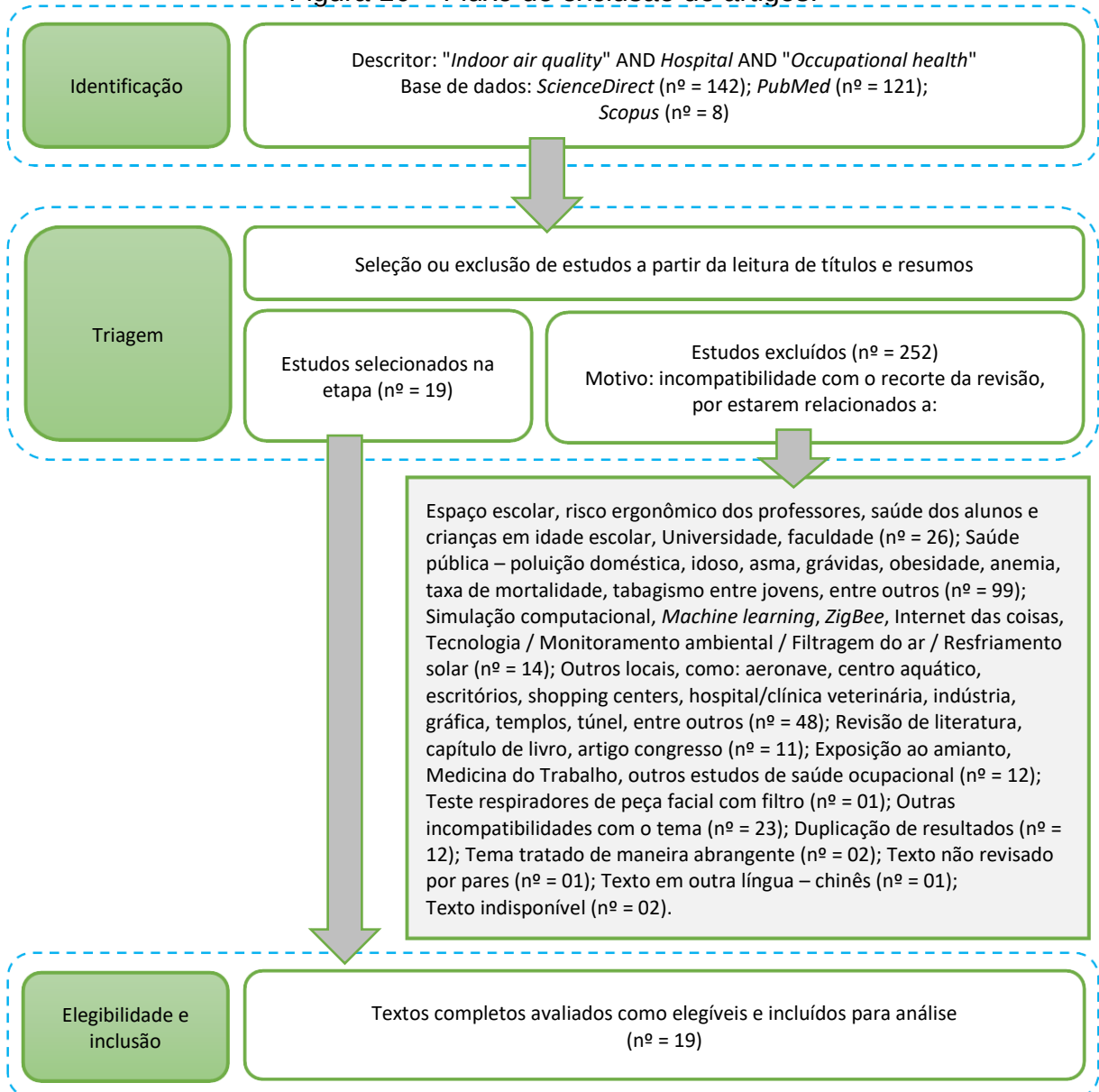
Fonte: A autora.

O processo de análise se deu por meio do estudo integral dos artigos sobre QAI em edifícios de saúde, principalmente hospitais, que tinham como interesse, discutir sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores da saúde, ou seja, daqueles que ficam um maior tempo exposto nesses ambientes. Em conjunto com a coleta de dados referentes à autoria, à localização, os sintomas relatados pela equipe de saúde e os ambientes hospitalares avaliados, foi levantado também as concentrações médias dos parâmetros ambientais e dos poluentes internos investigados pelos autores.

Como resultado, em consonância com os questionamentos da pesquisa, foram encontrados 19 artigos distribuídos entre 13 países (Figura 17), com destaque para o Irã o qual teve 5 estudos sobre a temática. O continente asiático teve outros estudos publicados, além dos estudos do país iraniano, os quais foram de Taiwan, China, Vietnã, Coreia do sul e Filipinas. O continente europeu teve como resultado 4 artigos distribuídos entre 4 países (Portugal, França, Eslovênia e Finlândia), o continente africano teve 2 artigos, com 1 artigo por país (África do sul e Etiópia) e o continente norte-americano resultou em apenas 1 artigo (EUA). As Américas Central e do Sul e a Oceania não apresentaram resultados. Apesar do crescente interesse em estudar a

QAI em estabelecimentos de saúde, contudo, ainda há poucos estudos que focam nos trabalhadores da saúde.

Figura 16 – Fluxo de exclusão de artigos.

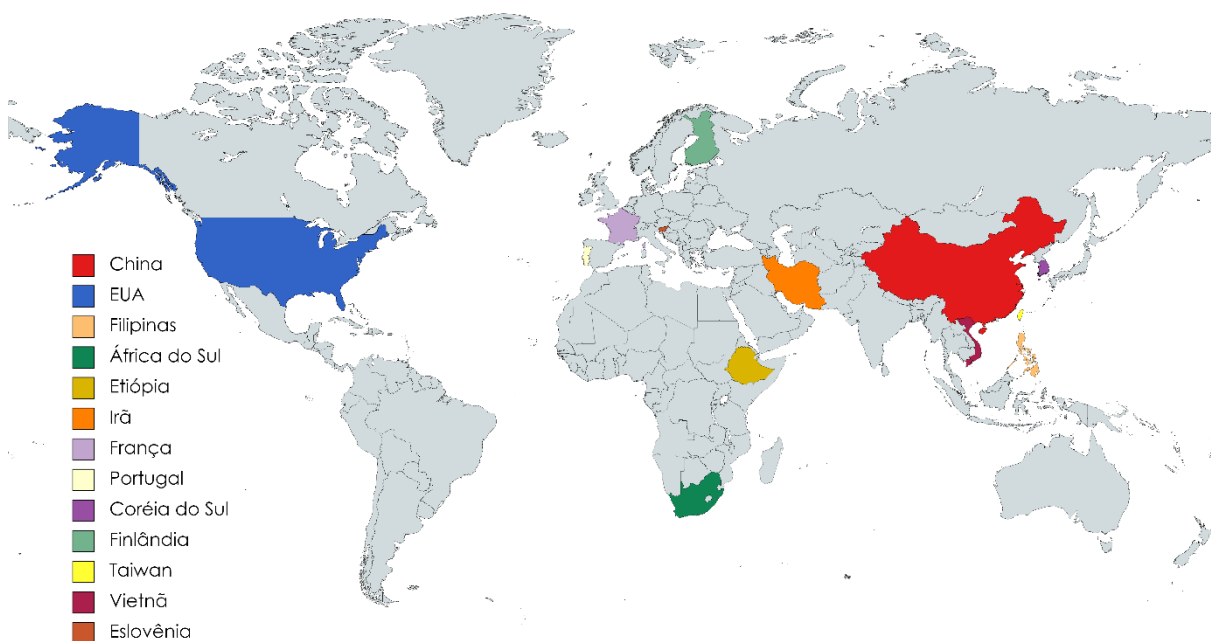


Fonte: A autora.

Foi possível verificar que não há um padrão para analisar a QAI em estabelecimentos de saúde entre os artigos analisados, o que dificulta um estudo comparativo entre os artigos. Os principais parâmetros ambientais e poluentes avaliados pelos trabalhos, conforme o Tabela 2, foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, níveis de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), dióxido de nitrogênio (NO₂), material particulado (MP), bioaerossóis (bactérias,

fungos e vírus), formaldeído, compostos orgânicos voláteis (COV), benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno (BTEX).

Figura 17 – Distribuição geográfica dos artigos científicos publicados com a temática estudada nos bancos de dados consultados



Fonte: A autora.

Esses dados são confirmados em Fonseca *et al.* (2022). Essa pesquisa com 171 artigos obtidos para análise sobre Qualidade do ar em Unidades de Saúde, sem necessariamente levar em consideração a saúde ocupacional dos trabalhadores da saúde, constatou que a maioria dos artigos analisados (85 %) relatavam resultados a partir de dados experimentais, sendo que a qualidade ambiental (temperatura do ar e umidade relativa do ar) foram analisadas em 45 % dos estudos e o CO₂ foi o foco de 32 % dos estudos, a carga microbiológica (dados de fungos e bactérias) foram relatados em 38 % e 42 % dos artigos, respectivamente, e o MP foi abordado por 30 % dos artigos que relataram dados experimentais sobre esse parâmetro.

De fato, esses parâmetros e poluentes relacionam-se principalmente com o conforto ambiental do recinto, em especial aos sistemas de ventilação, sendo esses natural ou mecânicos, e com o risco de contaminação pela presença dos pacientes e pelas atividades realizadas.

Tabela 2 – Parâmetros de QAI avaliados nos artigos selecionados

Ano	País	Locais avaliados	Sistema de ventilação	Parâmetros	Referência
2015	Taiwan	24 leitos do Centro de Assistência Respiratória de um hospital	-	Taxa de troca de ar	Chung <i>et al.</i> , 2015
				Temperatura ambiente	
				Umidade relativa	
				CO ₂	
				TCOV	
				MP ₁₀	
				MP _{2,5}	
				MP ₁	
				Concentração bacteriana	
2015	EUA	1 hospital acadêmico de referência regional e centro de trauma nível 1	-	Concentração fúngica	Choi <i>et al.</i> , 2015
				MP _{0,3}	
				MP _{2,5}	
				MP ₅	
				CO	
				%O ₂	
				H ₂ S (sulfeto de hidrogênio)	
				LEL (combustíveis)	
				Temperatura	
				Umidade	
				Pressão barométrica	
2015	Taiwan	2 a 4 ambientes dentro de 37 hospitais	Ar-condicionado central como unidade de distribuição de ar (AHU), como unidade de resfriamento do ventilador (FCU) e misto AHU e FCU; Ar-condicionado não central tipo janela e tipo split único	Velocidade do vento	Jung <i>et al.</i> , 2015
				CO	
				CO ₂	
				O ₃	
				TCOV	
				HCHO [formaldeído]	
				MP _{2,5}	
				MP ₁₀	
				fungos	
2015	Filipinas	4 enfermarias de 1 hospital público terciário	Ventilação natural e sistema de ar-condicionado central	bactérias	Lombay <i>et al.</i> , 2015
				MP _{2,5}	
2015	África do Sul	1 Policlínica de 1 Unidade Regional de Saúde	Ventilação natural e ventilação mecânica (sem filtro HEPA) inoperante durante o estudo	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Matuka <i>et al.</i> , 2015
2016	Etiópia	14 enfermarias	Ventilação natural	Temperatura	Gizaw; Gebrehiwot; Yenew, 2016
2018	Irã	9 salas de cirurgia de um hospital educacional	Ventilação convencional com filtros HEPA	Umidade	
				Concentração bacteriana	
				Temperatura	Dehghani <i>et al.</i> , 2018
2018	Portugal	2 hospitais e 1 centro de saúde	Ventilação mecânica com unidades de tratamento no piso superior dos edifícios ventilação natural e ar-condicionado de janela	Umidade relativa	
				fungos	
				bactérias	
2018	França	2 hospitais	Sistema de ar-condicionado central	CO ₂	Fonseca <i>et al.</i> , 2018
				Temperatura ar interior	
				Umidade relativa do ar interior	
				fungos	
				bactérias	
2018	França	2 hospitais	Sistema de ar-condicionado central	Umidade relativa	Baurès <i>et al.</i> , 2018
				CO ₂	
				Pressão atmosférica	
				Compostos orgânicos voláteis e semivoláteis	

Ano	País	Locais avaliados	Sistema de ventilação	Parâmetros	Referência
2018	Coréia do Sul	23 hospitais, 36 hospitais geriátricos e ILPI e 3 centros de atendimento pós-natal	Ventilação mecânica do tipo AVAC (sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado)	MP ₁₀	Hwang; Roh; Park, 2018
				MP _{2,5}	
				fungos	
				bactérias	
				vírus	
2018	Coréia do Sul	23 hospitais, 36 hospitais geriátricos e ILPI e 3 centros de atendimento pós-natal	Ventilação mecânica do tipo AVAC (sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado)	MP ₁₀	Hwang; Roh; Park, 2018
				CO ₂	
				bactérias	
				TCOV	
2019	Finlândia	14 enfermarias e 49 quartos	Dutos de ventilação acima dos forros do teto	Questionário MM040 NA Hospital	Rautiainen et al., 2019
				TCOV	
				Taxa média de troca de ar	
				Temperatura ambiente	
2019	Irã	1 hospital e 1 prédio de escritórios	-	Umidade relativa do ar	Veysi et al., 2019
				Questionário respiratório padrão da <i>American Thoracic Society</i>	
				bactérias	
				fungos	
2019	Irã	9 enfermarias de um hospital	Ventilação mecânica do tipo AVAC (sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado) com filtro HEPA	MP ₁₀	Mousavi et al., 2019
				MP _{2,5}	
				COV	
				Carga microbiana	
2019	Irã	9 enfermarias de um hospital	Ventilação mecânica do tipo AVAC (sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado) com filtro HEPA	Umidade relativa média	Mousavi et al., 2019
				Temperatura média	
				MP _{0,3}	
				MP _{0,5}	
2019	China	3 hospitais especializados e 2 hospitais gerais	-	MP ₁	Zeng et al., 2019
				MP ₂	
				MP ₅	
				MP ₁₀	
2019	China	3 hospitais especializados e 2 hospitais gerais	-	MP _{2,5}	Zeng et al., 2019
2020	Vietnã	1 hospital universitário	-	Questionário MM040 NA Hospital	Hoang Quoc; Vu Huong; Nguyen Duc, 2020
				Temperatura média do ar	
				Umidade relativa	
				CO ₂	
				MP ₁₀	
				Iluminação	
				Radiação eletromagnética	
2020	Coréia do Sul	23 hospitais, 36 hospitais geriátricos e 20 ILPI e 3 centros de atendimento pós-natal	-	Nível de ruído	Hwang; Park, 2020
				Velocidade do ar	
				CO ₂	
				NO ₂	
2020	Irã	4 hospitais	-	O ₃	Moslem et al., 2020
				Benzeno	
				Tolueno	
				Etilbenzeno	
2020	Irã	4 hospitais	-	Xileno	Moslem et al., 2020
				Concentrações totais de BTEX	
				MP ₁	
				MP _{2,5}	
2021	Irã			MP ₁	Heibati et al., 2021
				MP _{2,5}	

Ano	País	Locais avaliados	Sistema de ventilação	Parâmetros	Referência
		1 hospital e 1 prédio de escritórios	Ventilação mecânica ou ar-condicionado	MP ₁₀	
2022	Eslovênia	1 hospital	-	Questionário MM040 NA Hospital Questionário MM040 NA Office Temperatura do ar Umidade relativa CO ₂ Ruído Iluminação horizontal	Kalender-Smajlović; Kuček; Dovjak, 2022

Fonte: A autora.

3.1 A INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE VENTILAÇÃO NOS EDIFÍCIOS DE SAÚDE

Jung *et al.* (2015) investigaram as distribuições e fontes de poluentes biológicos e não biológicos em diferentes áreas de trabalho e avaliaram os efeitos de diferentes tipos de ares-condicionados em hospitais: ar-condicionado central (unidade de distribuição de ar, unidade de resfriamento do ventilador e uma combinação entre esses dois modelos) e ar-condicionado não central (tipo janela e tipo split único).

O estudo sugeriu que em edifícios com sistemas de ar-condicionado central com sistemas de filtragem removeram concretamente o MP e os fungos provindos do ar externo, contudo foi difícil reduzir o CO também de origem do ar externo (Jung *et al.*, 2015). Além do mais, houve registros de níveis mais altos de MP e fungos em ambientes com ar-condicionado do tipo janela ou tipo split único do que em edifícios com ar-condicionado central, sendo o ar externo como um dos principais colaboradores para os níveis encontrados.

Os autores propuseram que as atividades humanas em diferentes áreas de trabalho e os tipos de ares-condicionados são os principais fatores que afetaram a qualidade do ar nos hospitais, com isso, de acordo com os pesquisadores, é importante remover e reduzir as fontes de poluentes biológicos e não biológicos para proteger a equipe e os pacientes que visitam hospitais com sistemas de ar-condicionado do tipo janela e tipo split único.

Na França, hospitais foram avaliados por Baurès *et al.* (2018). Estes estudaram no interior dessas edificações a poluição química e microbiológica do ar. Conforme os pesquisadores, os resultados dos parâmetros ambientais analisados puderam ser afetados por fatores como a temperatura externa e a eficiência do sistema de

ventilação do hospital e que a variação diária do CO₂ foi decorrente da ocupação e atividades humanas.

Entre os compostos orgânicos investigados, as concentrações de etanol foram as mais elevadas, já que para a higiene das mãos foram utilizados produtos químicos à base de álcool. Quanto ao MP, os resultados gravimétricos foram relativamente baixos em todos os lugares, exceto na sala de moldagem de gesso. Para a poluição microbiológica, com relação aos vírus, embora as campanhas de amostragem terem acontecido também no inverno, durante o período epidêmico da gripe, o vírus da gripe não foi detectado nas amostras da pesquisa. Foram observadas uma grande variedade de concentração de fungos, especialmente *Cladosporium sp.* Entre os gêneros bacterianos identificados, foram dominantes *Staphylococcus* e *Micrococcus.*, entre os fungos, os gêneros predominantes, foram *Penicillium* e *Aspergillus*.

Essa variedade de concentração de fungos, segundo os pesquisadores, pode ser explicada por vários fatores, tais como: “[...] qualidade de filtração do ar-condicionado; as atividades humanas (número de pessoas, geração de partículas); e contaminação fúngica externa, via ar-condicionado, portas ou janelas” (Baurès *et al.*, 2018, tradução da autora). Com isso, ambientes equipados com sistemas de ar-condicionado central podem efetivamente remover os poluentes do aerossol e parecem diminuir o aerossol interno do que o ar-condicionado não central.

Dehghani *et al.* (2018) estudaram o tipo e a concentração de bioaerossóis com o objetivo de comparar as características do aerossol antes e depois dos procedimentos convencionais de desinfecção e esterilização, determinando a eficácia de tais procedimentos na eliminação dos bioaerossóis nocivos no ambiente interno do hospital.

As principais espécies fúngicas identificadas no ar interior das salas cirúrgicas (antes e após a esterilização, respectivamente) foram *A. fumigatus*, *A. niger*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Cephalotrichum spp.*, *A. Flavus*, *Cladosporium spp.* e *Trichoderma spp.*

Conforme os autores, o crescimento de espécies biológicas mesmo após a esterilização e desinfecção provavelmente resultou de fatores como má ventilação, filtragem inadequada do sistema de ventilação e ar-condicionado, varredura de pisos de salas de cirurgia, alta umidade e falta de gerenciamento ideal de resíduos infecciosos após a cirurgia.

Em vista disso, para ajudar a reduzir os níveis de bioaerossóis nas salas de cirurgia, Dehghani *et al.* (2018) propõem construir sistemas de ventilação e ar-condicionado bem projetados, com controle efetivo da temperatura e da umidade relativa do ar, com procedimentos de desinfecção e limpeza mais rigorosos, frequentes e abrangentes.

O estudo de Gizaw, Gebrehiwot e Yenew (2016) avaliaram a concentração de bactérias no ar interior, utilizando para a coleta das amostras a técnica de amostragem de ar passiva, e identificaram tipos específicos de bactérias, os quais têm elevada importância para a saúde pública, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*.

Para os pesquisadores, a temperatura média do ar e a umidade das enfermarias estavam na faixa favorável para o crescimento e multiplicação de micro-organismos, e que outros fatores podem ter contribuído nos resultados, tais como: ventilação insuficiente, as enfermarias eram ventiladas naturalmente sem nenhum tipo de ventilação mecânica; banheiros anexos anti-higiênicos com limpeza inadequada; e sistema de gerenciamento de resíduos inadequado. Tais fatos reforçam a importância do planejamento do edifício por meio de um *layout* adequado com setorização das funções e barreiras sanitárias, em conjunto com protocolos eficientes de manutenção da limpeza nos espaços.

Já Matuka *et al.* (2015) estudaram a exposição à *Mycobacterium tuberculosis* em um ambulatório. A preocupação dos autores é que a exposição ocupacional à bactéria causadora da doença da tuberculose pode ser uma grande ameaça à saúde dos profissionais de saúde. O sistema de ventilação mecânica da edificação não estava funcionando durante o estudo, a ventilação natural era feita através de portas e janelas. Contudo, as janelas estavam fechadas no momento do monitoramento.

De acordo com os autores, o estudo demonstrou que os indivíduos que trabalham em espaços fechados próximos a pacientes com tuberculose não diagnosticada estão em risco. Nesse estudo, escritórios administrativos, que são áreas não críticas de um hospital, também representaram um risco potencial para transmissão de tuberculose; com isso, esses locais devem ser contemplados em estratégias de atenuação do risco como a dinâmica do fluxo de ar (Matuka *et al.*, 2015).

A pesquisa de Heibati *et al.* (2021) avaliou as concentrações internas e externas de MP de um edifício hospitalar iraniano. Como grupo de controle, foi utilizado um edifício de escritórios com idade construtiva diferente a do hospital. Os

locais de amostragem em cada enfermaria incluíram posto de enfermagem, quarto de pacientes, circulação, sala de descanso/reunião da equipe e sala de curativos.

A diferença entre as concentrações de MP interno/externo indicou que a principal fonte de MP interno são as fontes de MP externo. Diante disso, como estratégias para melhorar a QAI hospitalar, Heibati *et al.* (2021) sugerem a junção de métodos eficientes de limpeza com a melhora dos sistemas de ventilação, equipando-os com filtros de ar, projetando-os de forma a evitar a contaminação cruzada e a fornecer ar fresco filtrado suficiente. Manter os pisos limpos seria uma forma de evitar a ressuspensão do MP, já que a atividade humana com a movimentação da equipe de trabalho hospitalar e visitantes podem elevar a concentração de partículas, especialmente, durante o dia.

O trabalho de Mousavi *et al.* (2019) teve a intenção de identificar e quantificar os bioaerossóis bacterianos e fúngicos presentes no ar, para isso foram analisados o efeito da estação, turno de trabalho, temperatura do ar, umidade relativa do ar, número de pessoas e MP. Constatou-se que as temperaturas e umidade relativa do ar foram relativamente constantes durante o período de amostragem e não tiveram impactos significativos nas cargas microbianas observadas, inclusive os turnos de trabalho e estação do ano não afetaram nessas cargas, possivelmente devido ao bom funcionamento do sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado que manteve condições relativamente semelhantes em todos os momentos de monitoramento.

Os autores encontraram que o efeito das fontes externas de poluição foi removido pelas janelas fechadas das enfermarias durante a amostragem e a filtragem do sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado. O MP relacionado a fontes internas nas enfermarias foi removido pelo sistema de ventilação. Ainda, conforme os pesquisadores, as concentrações de bioaerossóis não foram afetadas, significativamente, pelo número de pessoas em cada enfermaria (Mousavi *et al.*, 2019).

Esse é um fato importante, pois demonstra que para os estabelecimentos de saúde não basta ter um sistema mecânico de ventilação eficiente, mas a manutenção e controle dele. O estudo ainda reforça o fato que se deve ter cautela no uso da ventilação natural por portas e janelas principalmente em estabelecimentos de saúde.

Lomboy *et al.* (2015) e Zeng *et al.* (2019) estudaram as concentrações de MP_{2,5} em ambientes hospitalares. Contudo, o método de monitoramento de MP_{2,5} não foi o mesmo entre os estudos; com isso, a comparação de seus resultados deve ser

interpretada com cautela. Zeng *et al.* (2019) estudaram o impacto da fumaça ambiental do cigarro na qualidade do ar de hospitais, enquanto Lomboy *et al.* (2015) estudaram a caracterização do MP_{2,5} em enfermarias com ventilação natural e em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) com ventilação mecânica.

No primeiro estudo, nas enfermarias ventiladas mecanicamente, as médias gerais não excederam ao valor recomendado pela OMS e sugeriram que as concentrações internas de MP_{2,5} se originaram da infiltração do ar externo contaminado e que as contribuições de fontes internas de MP_{2,5} foram insignificantes. Dessa forma, os autores do estudo filipino afirmaram que os níveis de poluição nas enfermarias ventiladas naturalmente e mecanicamente foram afetados pela poluição do ar externo, nível de atividade humana e ocupação, bem como limpeza do sistema de ar-condicionado.

Apesar do estudo de Lomboy *et al.* (2015) ter apresentado concentrações médias de MP_{2,5} em alguns momentos abaixo do que é preconizado pela OMS, quando foram feitas análises da composição do material encontrado, com fontes de origem da atividade humana, foram detectados Hg (mercúrio) e Pb (chumbo) em níveis muito baixos. Entretanto, a presença desses elementos no ar interior é significativa e preocupante do ponto de vista da saúde, como afirmaram os autores, em razão desses dois elementos serem potencialmente carcinogênicos em humanos.

Choi *et al.* (2015) levantaram a hipótese de que uma área de triagem de ambulância do pronto-socorro representava um risco não reconhecido para a segurança do paciente e do profissional da saúde. Para esse levantamento, foi feito um programa de exposição e risco relacionados à saúde por toxicidade ambiental de aerossóis dividido em fases. A partir das análises realizadas, pareceu ser muito provável que a exaustão das ambulâncias contribuiu para os níveis de materiais de aerossol insalubre no ambiente das áreas de recepção de ambulâncias; contudo, não ficou claro se havia riscos significativos e de longo prazo para os trabalhadores da saúde do departamento de emergência que trabalhavam repetidamente em turnos prolongados nessas áreas.

Hwang, Roh e Park (2018) e Hwang e Park (2020) fizeram estudos complementares analisando os mesmos tipos de instalações na Coreia do Sul, abrangendo instalações para populações suscetíveis, como hospitais, hospitais geriátricos, instituições de longa permanência para idosos (ILPIs) e centros de

atendimentos pós-natal que tinham como sistema de ventilação mecânica do tipo AVAC (sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado).

Os autores fizeram uma avaliação de risco à saúde em ambos os estudos; no entanto, essa avaliação de risco ficou restrito aos pacientes não abrangendo os trabalhadores das edificações estudadas. Hwang, Roh e Park (2018) afirmaram que, no geral, o CO₂ pode ser um bom indicador para prever poluentes internos quando caracterizado em dois grupos: ≤ 750 ppm e > 750 ppm. Pois, todos os poluentes estudados por eles (MP₁₀, compostos orgânicos voláteis totais, formaldeído e bactérias transportadas pelo ar) foram maiores nas instalações múltiplas com concentrações de CO₂ ≥ 750 ppm do que naquelas com concentrações de CO₂ < 750 ppm.

O trabalho de Fonseca *et al.* (2018) buscou identificar oportunidades de melhoria na gestão da QAI em estabelecimentos de saúde por meio da medição de parâmetros do ar interior relevantes para os riscos de exposição de pacientes e profissionais de saúde. Nos dois hospitais monitorados, a QAI era assegurada por ventilação mecânica. No centro de saúde, a renovação do ar interior dependia exclusivamente da ventilação natural, sendo o conforto térmico controlado com ar-condicionado tipo janela, sem nenhum procedimento específico em relação à frequência de abertura de janelas ou portas para renovação do ar interior.

No hospital em situação de urgência/emergência, mesmo com o alto fluxo de usuários, os bons resultados encontrados para os parâmetros analisados mostraram que os controles da ventilação mecânica foram efetivos mesmo para padrões de alta intensidade de ocupação. Todavia, no centro de saúde, durante o atendimento de urgência/emergência, o sistema de ventilação natural mostrou limitações em fornecer QAI adequado. Os limites estabelecidos pela legislação portuguesa, em alguns pontos, foram ultrapassados para as concentrações de CO₂ e as cargas microbiológicas no ar interior. Os resultados experimentais da umidade relativa do ar e concentração de fungos mostrou que os maiores valores de concentração de fungos internos ocorreram para umidades relativas acima de 50 %.

A Tabela 3, a seguir, mostra a síntese dos parâmetros ambientais e poluentes investigados neste trabalho. A partir desses resultados, é possível verificar que as médias de temperaturas do ar variaram entre 20,33 °C e 26,4 °C, a umidade relativa média entre 27,52 % e 66 %, principalmente pela maior parte das investigações se tratar de ambientes com climatização controlada. As concentrações médias de CO₂

variaram entre 483,25 ppm e 1093,42 ppm, ultrapassando a concentração média de 1000 ppm apenas em um centro de saúde avaliado no trabalho de Fonseca *et al.* (2018). Essa edificação, em emergência, apresentou concentrações médias de CO₂ entre 1184,5 ppm a 1459,5 ppm.

A significativa variação das médias de CO₂ encontradas entre os trabalhos se dá principalmente devido as diferentes atividades realizadas entre os ambientes de saúde investigados, mostrando que além dos sistemas de ventilação a importância na distribuição das funções entre os ambientes em um edifício hospitalar. O CO₂ é um gás não considerado poluente pela maior parte dos autores, mas é dado como um traçador da QAI (Almeida *et al.*, 2017; Satish *et al.*, 2012). Níveis elevados desse gás, por exemplo, indicam falhas nos sistemas de renovação do ar (Silva *et al.*, 2022) e necessidade de uma correção para mitigação de fontes internas ao edifício.

Tabela 3 – Síntese dos resultados dos parâmetros de QAI por estabelecimento de saúde

Referência	Tipo	Temp. °C	Umid. %	CO ₂ ppm	MP _{2,5} µg/m ³	MP ₁₀ µg/m ³	Bactérias UFC/m ³	Fungos UFC/m ³
Chung <i>et al.</i> , 2015	Hospital	22,6	66	785,5	1,4	2,6	131,9	36,7
Jung <i>et al.</i> , 2015	Hospitais	-	-	715,71	12	22,31	776,71	388,85
Lomboy <i>et al.</i> , 2015	Hospital público terciário	-	-	-	25,04	-	-	-
Dehghani <i>et al.</i> , 2018	Hospital educacional	23,4	34,4	-	-	-	30	7,89
Fonseca <i>et al.</i> , 2018	Hospital 1	23,8	49,98	564,67	-	-	227,5	142,07
	Hospital 2	23,47	32,4	786	-	-	208,44	37,94
	Centro de saúde	20,33	46,45	1093,42	-	-	308,5	163,92
Baurès <i>et al.</i> , 2018	Hospitais	23,48	41,38	483,25	1,6	12**	***	***
Hwang; Roh; Park, 2018	Média das instalações	24,6	48,9	638,3	-	-	295,5	-
	Hospital	-	-	649,1	-	56,5	289,6	-
	Hospital geriátrico	-	-	698,8	-	62,4	270,2	-
	ILPI*	-	-	572,1	-	58,7	310,5	-
	Centro de cuidados pós-natal	-	-	957,7	-	62,8	302,2	-
Hwang; Park, 2020	Hospital	-	-	652	-	-	-	-
	Hospital geriátrico	-	-	684	-	-	-	-
	ILPI*	-	-	566,1	-	-	-	-
	Centro de cuidados pós-natal	-	-	953	-	-	-	-
Veysi <i>et al.</i> , 2019	Hospital universitário	-	-	-	2,65	28,18	80,77	29,97
Zeng <i>et al.</i> , 2019	Hospitais de referência	-	-	-	34,8	-	-	-

Referência	Tipo	Temp. °C	Umid. %	CO ₂ ppm	MP _{2,5} µg/m ³	MP ₁₀ µg/m ³	Bactérias UFC/m ³	Fungos UFC/m ³
Hoang Quoc; Vu Huong; Nguyen Duc, 2020	Hospital universitário	26,4	60,6	955,56 ****	-	5,1 ****	-	-
Heibati <i>et al.</i> , 2021	Hospital	-	-	-	4,7	38,7	-	-
Mousavi <i>et al.</i> , 2019	Hospital	24,95	27,52	-	1733,76	39,47	-	-
Kalender- Smajlović; Kukec; Dovjak, 2022	Hospital	24,18	57,6	726,45	-	-	-	-

Fonte: A autora. OBS.: *ILPI – Instituição de Longa Permanência para Idosos; **Sala de gesso; *** os resultados da pesquisa foram expressos por número de cópias de genes na unidade GU/m³; **** O CO₂ foi transformado de mg/m³ para ppm e o MP₁₀ está mg/m³.

Entre os resultados apresentados, a pesquisa de Fonseca *et al.* (2018) chamou atenção, em virtude das concentrações de CO₂ que em alguns ambientes e situações foram maiores do que as demais concentrações apresentadas nesta revisão. Pois foram valores registrados no Centro de Saúde em emergência, situação que pode fazer as pessoas ficarem mais agitadas e ofegantes. Na sala de fisioterapia respiratória em situação normal, situação em que pode haver maior expiração de ar pelos pacientes. Essa pesquisa mostra a importância de se estudar estabelecimentos de saúde de diferentes níveis de atendimento, bem como a avaliação separada dos ambientes de acordo com suas atividades.

3.2 AS ATIVIDADES LABORAIS E OS SINTOMAS REPORTADOS PELOS TRABALHADORES DA SAÚDE

Moslem *et al.* (2020) mediram e compararam as concentrações de BTEX relacionadas à fumaça cirúrgica em diferentes salas de cirurgias em hospitais no Irã. Ainda, a esses poluentes foram avaliados o risco carcinogênico e não carcinogênicos de exposição. Em diferentes salas cirúrgicas, a concentração média geral e totais de BTEX foram menores que os limites de exposição fornecidos pelo Centro de Saúde Ocupacional e Ambiental do Irã, os quais não levaram em consideração que, para esses compostos, nenhum nível seguro de exposição poderia ser recomendado, segundo diretrizes da OMS. A ingestão, exposição dérmica e inalação desses compostos químicos têm potencial de afetar a saúde humana. Contudo, nesse estudo foi avaliado somente a exposição ocupacional por inalação.

A pesquisa de Chung *et al.* (2015) avaliou a possibilidade de exposição dos profissionais de saúde a bioaerossóis durante o procedimento de sucção aberta. A maioria dos índices de QAI medidos atendeu ao padrão da região de estudo, com exceção dos compostos orgânicos voláteis totais (TCOV). Os pesquisadores encontraram mudanças significativas no MP e nos níveis bacterianos durante o procedimento de sucção aberta em pacientes ventilados mecanicamente. Esse fenômeno demonstrou, segundo os autores, que o procedimento de sucção aberta pode aumentar o risco de exposição a bioaerossóis para profissionais de saúde em hospitais. Além do procedimento de sucção aberta, as atividades dos profissionais de saúde, como caminhar, virar os pacientes ou fisioterapia respiratória também podem ter causado níveis elevados de MP.

Dessa forma, tem-se que diferentes atividades, como cirúrgicas ou invasivas ao paciente podem favorecer elevados níveis de poluição do ar interior aos estabelecimentos de saúde colocando em risco a saúde da equipe de trabalho hospitalar. Entretanto, poucos estudos mostram que os demais trabalhadores dos edifícios de saúde, muitas vezes localizados em seus escritórios e sem contato direto com o paciente, também podem estar expostos a uma má QAI.

Em se tratando da presença de sintomas na equipe dos trabalhadores da saúde em ambientes hospitalares, a maior parte dos trabalhos investigou a questão por meio de questionários padronizados de percepção da QAI ou de avaliação da SED. O método mais utilizado por esses autores foi o questionário *MM040 NA* que trata de perguntas em relação às doenças anteriores e/ou atuais, sintomas atuais e, ainda, investiga sobre o ambiente e condições de trabalho (*Örebro University Hospital*, 2007).

Veysi *et al.* (2019) avaliaram a saúde respiratória de uma equipe hospitalar exposta à poluição do ar interior. Para esse propósito, os pesquisadores utilizaram um questionário respiratório padrão da *American Thoracic Society* e testes de função pulmonar, além do monitoramento de parâmetros ambientais, tanto no hospital quanto em um escritório (grupo de controle). O estudo mostrou que as concentrações médias de bioaerossóis, MP e COV no hospital foram maiores do que no escritório, o acúmulo de poluentes nos ambientes internos do hospital indicou a insuficiência do ar-condicionado e dos sistemas de ventilação. O teste de função pulmonar mostrou uma diminuição da capacidade pulmonar entre a equipe hospitalar em relação a equipe do escritório. Os problemas de QAI do hospital estudado afetaram a saúde, o conforto e a eficiência da equipe hospitalar.

No estudo de Rautiainen *et al.* (2019) o questionário *MM040 NA Hospital* aplicado durante o inverno foi utilizado como ferramenta para identificar sintomas relacionados aos problemas do ar interior e suas possíveis causas entre trabalhadores da saúde de um hospital universitário na Finlândia. Foram medidas as taxas de ventilação e analisados os COV nos materiais e no ar interno da área de estudo. Ao responderem o questionário, os participantes reportaram pelo menos 2,5 vezes mais sintomas do que em estudos anteriores analisados pelos autores, pois o ar interior seco do inverno pode ter desempenhado um papel no aumento dos sintomas relatados.

Na pesquisa de Hoang Quoc, Vu Huong e Nguyen Duc (2020), o questionário *MM040 NA Hospital* foi utilizado para avaliar a correlação entre a SED e os sintomas entre profissionais de saúde de um hospital universitário no Vietnã. Para a pesquisa, as medições dos parâmetros ambientais foram realizadas na manhã do dia da entrevista de aplicação do questionário, durante o verão. Os resultados dos parâmetros analisados podem ter sido influenciados pela estação do ano e pelo uso do ar-condicionado.

Os parâmetros ambientais internos medidos na pesquisa não explicaram a alteração da SED entre os profissionais de saúde, exceto o fator iluminação, que, para os autores, a iluminação tem o potencial de afetar a satisfação geral no trabalho e o conforto do desempenho visual. E, ainda, para os autores, as condições ambientais de trabalho são importantes e significativamente associadas à SED.

O trabalho de Kalender-Smajlović, Kukec e Dovjak (2022) utilizou o questionário *MM040 NA Hospital*, aplicado aos profissionais de saúde, e utilizou o *MM040 NA Office*, aplicado a outros profissionais e trabalhadores da saúde em um hospital na Eslovênia. Os parâmetros foram medidos entre os meses de julho e outubro. A partir dos resultados encontrados, os autores consideraram que os questionários utilizados na pesquisa deveriam incluir questões sobre trabalho com computador também para profissionais de saúde e, além disso, apesar do estresse estar incluído entre os sintomas da SED em ambos os questionários padronizados, os autores acreditam que seria melhor defini-lo como um potencial confundidor, já que o estresse geralmente é causado por muitos outros fatores antes a influência potencial da SED, não existindo nenhuma relação de causa-efeito entre eles.

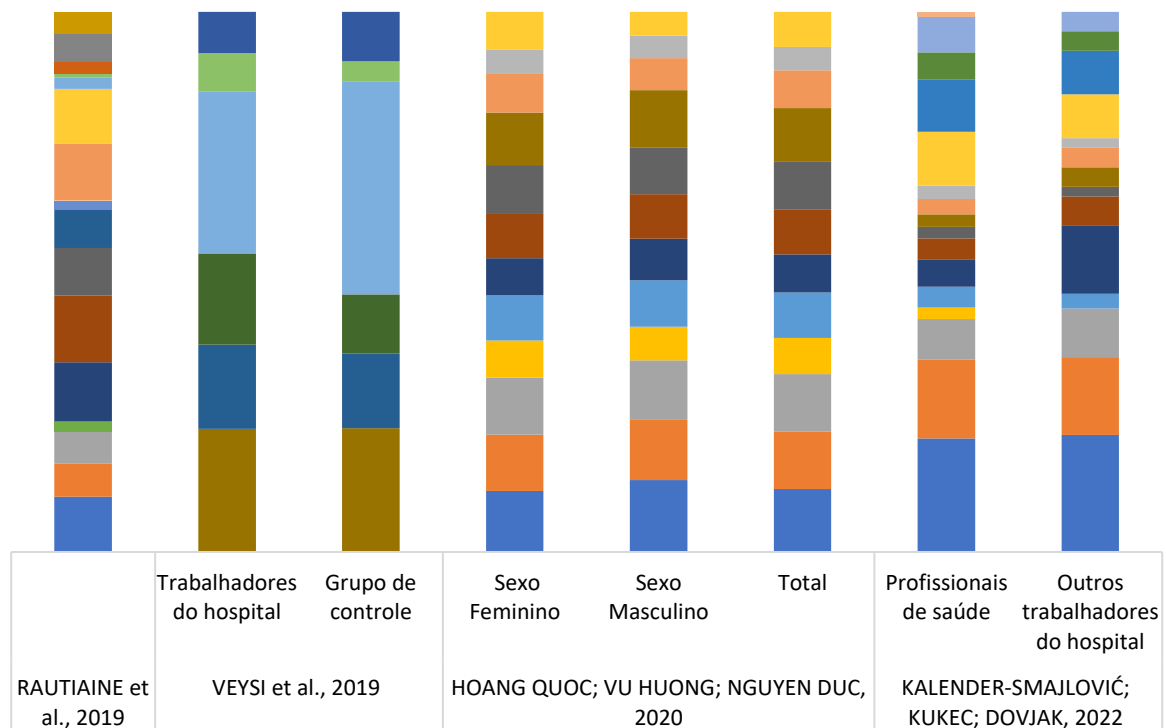
A Figura 18 resume os principais sintomas reportados pelos trabalhadores da saúde. A pesquisa de Veysi *et al.* (2019) se limitou a sintomas respiratórios, enquanto

as demais pesquisas, apresentaram outros sintomas que podem ser associados à SED, com destaque ao estudo de Hoang Quoc, Vu Huong e Nguyen Duc (2020) em que a fadiga foi reportada por 98,6 % dos trabalhadores da saúde, chegando a 99,4 % para as trabalhadoras do sexo feminino; os demais sintomas reportados nesse estudo também atingiram mais as pessoas desse sexo. No trabalho de Rautiainen *et al.* (2019) o sintoma que mais foi relatado foi o nariz irritado, entupido ou escorrendo para 52 % dos respondentes. Já no estudo de Kalender-Smajlović, Kušec e Dovjak (2022), todos os sintomas reportados tiveram uma maior porcentagem para os profissionais de saúde, exceto para coceira, ardor ou irritação nos olhos em que 17,9 % de outros trabalhadores do hospital reportaram o sintoma, enquanto 10,1 % dos profissionais de saúde o relataram.

A partir desta revisão, verificou-se que não há um padrão para analisar a QAI em estabelecimentos de saúde, e que é necessário maior investigação dessa temática, principalmente associada a saúde dos trabalhadores desses espaços. Os principais parâmetros ambientais e poluentes analisados foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar e concentrações de CO₂, variando a análise de poluentes, com destaque para a análise de bioaerossóis (fungos e bactérias transportados pelo ar) e do material particulado, o MP_{2,5} e o MP₁₀.

Outro fator relacionado ao edifício e de grande significância para uma boa QAI é levar em conta as diferentes atividades laborais desempenhadas pela equipe trabalho hospitalar, bem como uma melhor distribuição dos ambientes no planejamento do *layout* do estabelecimento. Espaços insalubres ou com potencial presença de fontes poluidoras, tais como banheiros, laboratórios, estacionamentos e outros, contribuem na elevação dos níveis de concentração interna, tanto de poluentes químico-físicos quanto de poluentes biológicos no ar. O tipo de atividade profissional realizada também deve ser levado em consideração. Procedimentos cirúrgicos, de sucção aberta, movimentar os pacientes, fisioterapia respiratória, ou situações de emergências, em que as pessoas ficam mais agitadas e ofegantes, também contribuem para o aumento da concentração de poluentes aéreos e podem colocar em risco a saúde da equipe. Entretanto, coloca-se a necessidade de preocupação com os demais trabalhadores dos edifícios de saúde, muitas vezes localizados em seus escritórios e sem contato direto com o paciente, mas também expostos a uma má QAI do estabelecimento.

Figura 18 – Sintomas reportados pelos trabalhadores da saúde nos estabelecimentos de saúde estudados



Fonte: A autora.

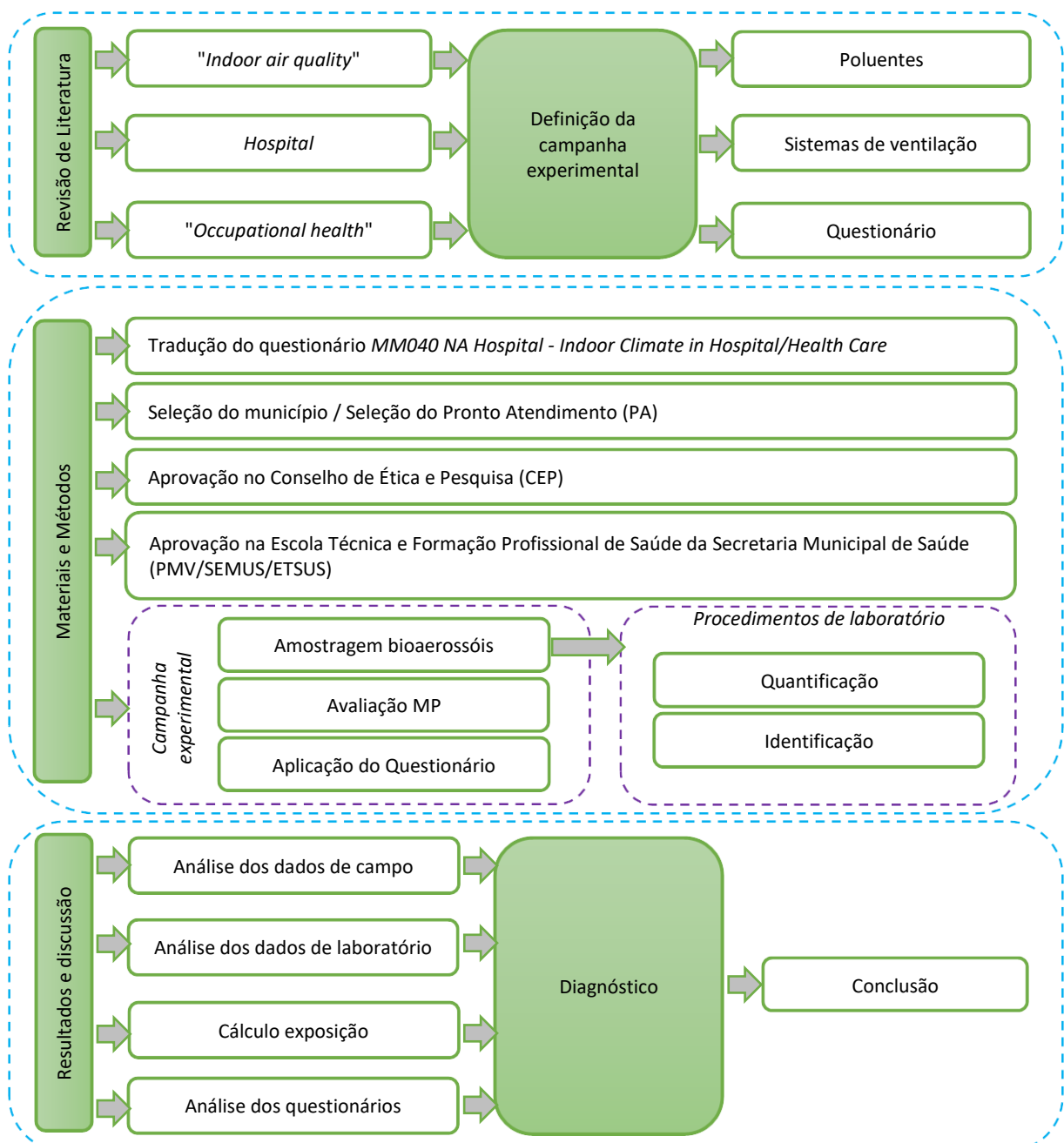
As pesquisas que investigaram a influência da QAI na saúde ocupacional dos trabalhadores da saúde utilizaram, como ferramenta, questionários ocupacionais padronizados para registrar os principais sintomas autorrelatados relacionados à QAI e à SED. A partir disso, observou-se que a temática da QAI e as doenças relatadas pelos trabalhadores da saúde nos estabelecimentos precisa de uma investigação mais aprofundada, de forma a examinar como a poluição do ar interior pode influenciar na

saúde ocupacional desses profissionais, pois sem uma definição de um limite de exposição a esses poluentes traz uma insegurança a esses trabalhadores da saúde e para aqueles que os avaliam a essa exposição.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo mostra os materiais e métodos que foram utilizados para atingir o propósito deste trabalho, por meio de um experimento de campo, que teve como objetos de estudo ambientes do PA da Praia do Suá, localizado em Vitória/ES. Dessa maneira, as etapas do trabalho estão sintetizadas no fluxograma metodológico (Figura 19).

Figura 19 – Fluxograma metodológico



Fonte: A autora.

4.1 TIPO DE ESTUDO

Esta pesquisa é um estudo observacional transversal de natureza aplicada, uma vez que se busca encontrar respostas sobre como fatores construtivos e ambientais do edifício de pronto atendimento influencia na QAI e no bem-estar do trabalhador da saúde. A abordagem é qualitativa, com objetivo exploratório e descritivo.

4.2 ASPECTOS ÉTICOS

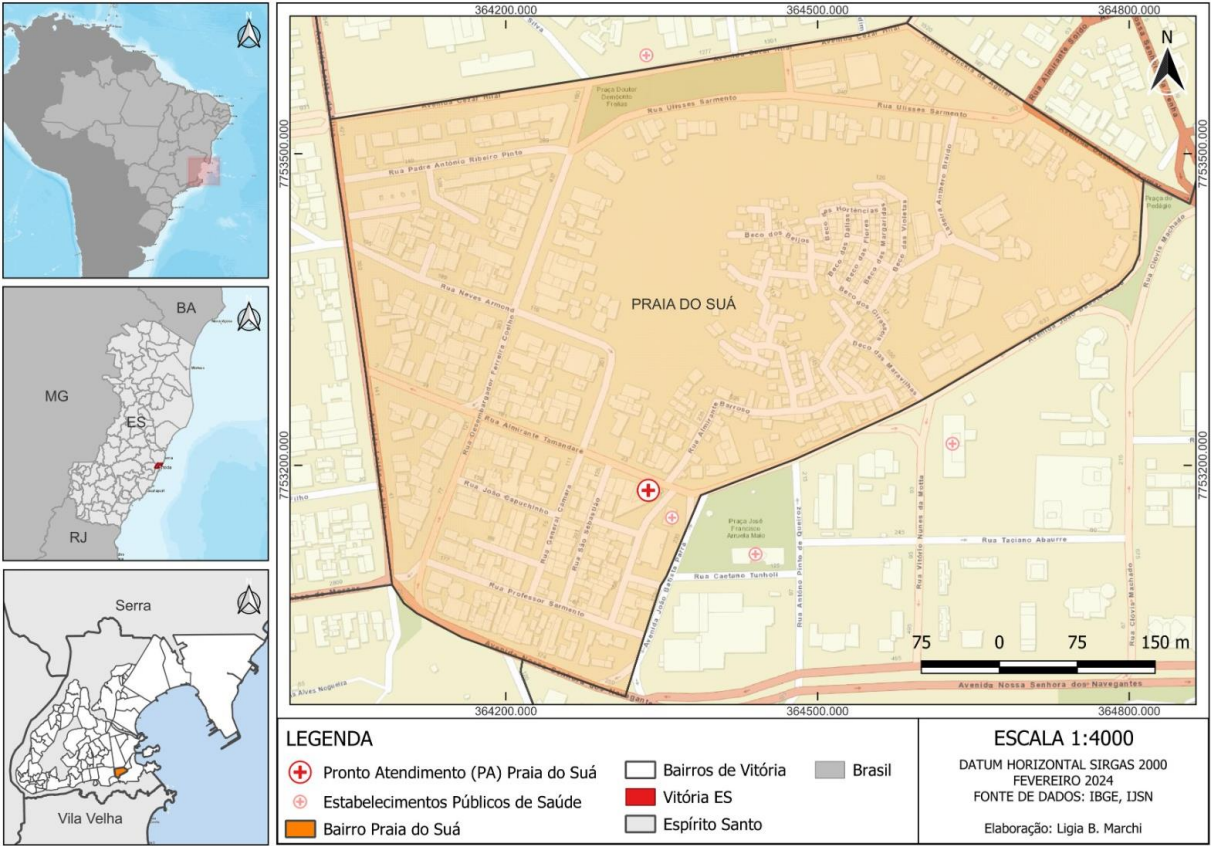
Esta pesquisa foi submetida à aprovação do Comitê de Ética da Universidade Vila Velha (UVV), em 16 de setembro de 2022, através da Plataforma Brasil, Ministério da Saúde, com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE: 63383722.8.0000.5064 e aprovado, em 18 de dezembro de 2022, com o Número do Parecer: 5.824.368. A aprovação da Prefeitura Municipal de Vitória (PMV), por meio da Escola Técnica e Formação Profissional de Saúde da Secretaria Municipal de Saúde (PMV/SEMUS/ETSUS), ocorreu em 19 de dezembro de 2022, através do processo 4232961/2022, com a emissão da Carta de Apresentação (Anexo A) para a unidade de realização da pesquisa.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no PA da Praia do Suá, localizado no bairro Praia do Suá em Vitória/ES, capital do estado do Espírito Santo (Figuras 20 e 21). A cidade de Vitória, latitude 20°19'S e longitude 40°19'W, é caracterizada por um clima tropical quente e úmido, possuindo inverno ameno e seco, verão chuvoso e quente, com temperatura média anual de 24,9°C, com média das temperaturas máxima igual a 32°C e média das temperaturas mínima de 19,60°C, com precipitação média anual de 1.384,4 mm (Espírito Santo, 2022, p.12-13) e ventos predominantes de direção Nordeste (NE) (Mattiuzzi; Marchioro, 2012).

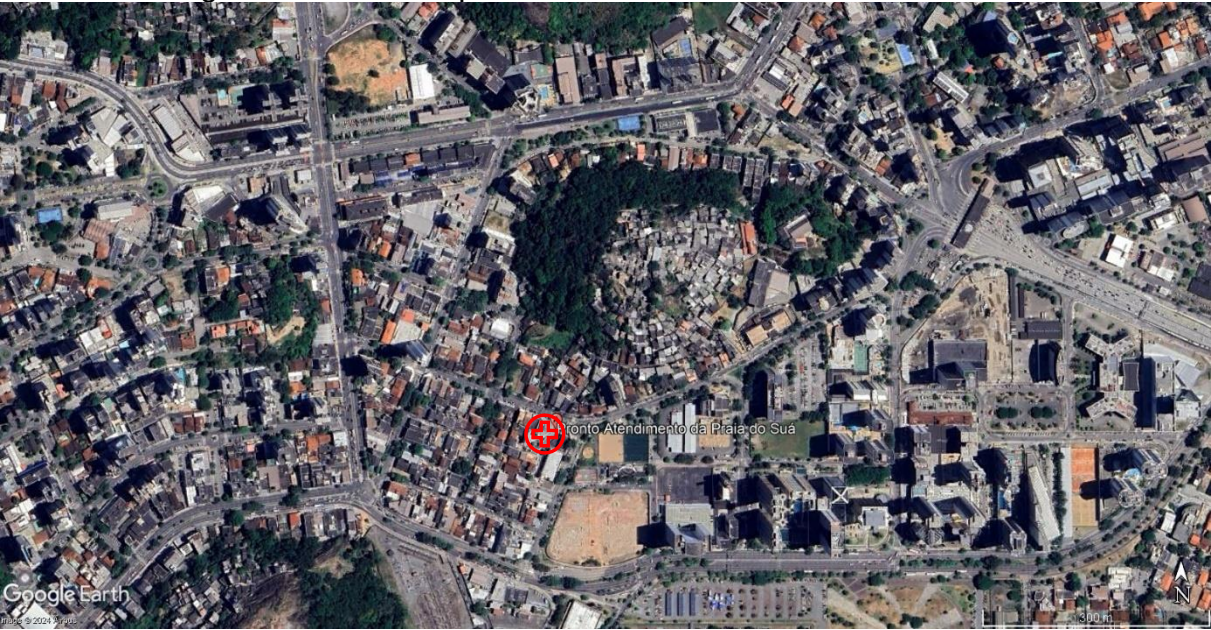
Em 2021, a RMGV tinha a população estimada em 2.033.067 habitantes (IBGE, 2021). A densidade demográfica estimada nessa região é de 806,49 hab/km², sendo o município de Vitória com a maior densidade demográfica (3.827,94 hab/km²) (Espírito Santo, 2022, p.10).

Figura 20 – Mapa de localização do PA da Praia do Suá



Fonte: A autora.

Figura 21 – Vista espacial do entorno do PA da Praia do Suá

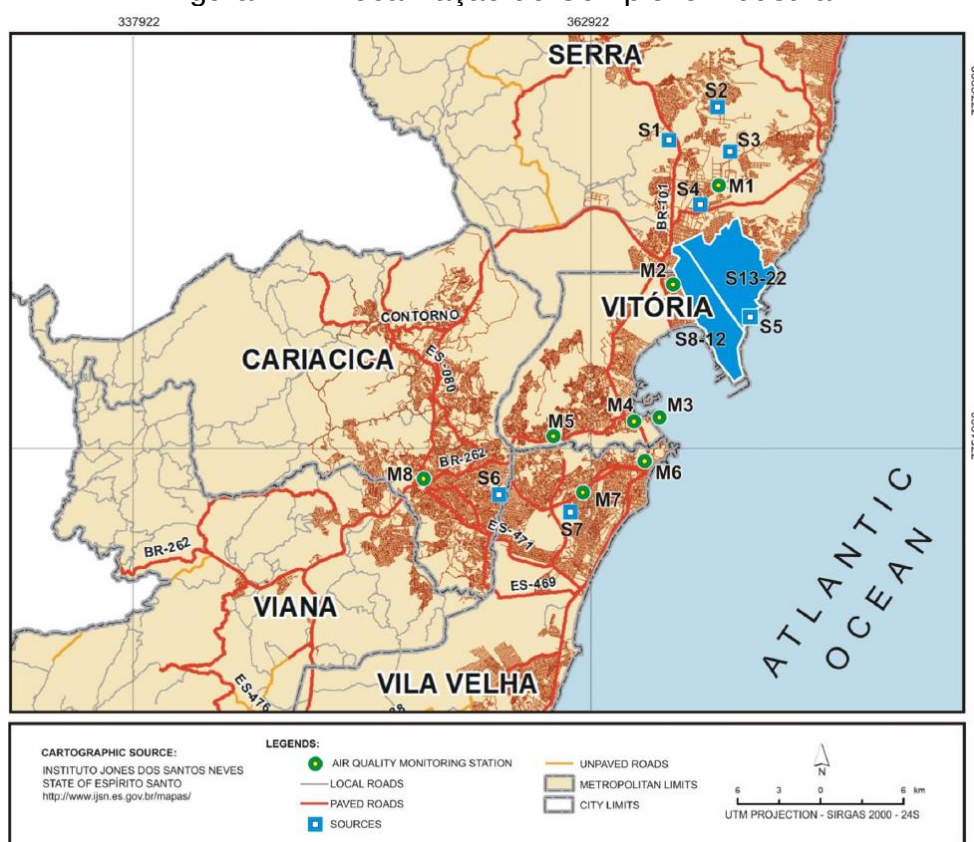


Fonte: Google Earth, 2024.

O uso do solo, na RMGV, é dominado pela expansão urbana, com incidência de algumas áreas industriais. Um complexo industrial está localizado na principal área

residencial da cidade de Vitória (Figura 22), incluindo indústria de processamento de minério pesado (Santos *et al.*, 2017). De acordo com o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), as principais fontes de poluição da região são as indústrias minero siderúrgicas, os veículos (escapamento, evaporação de combustíveis e desgaste de pneus e freios), além de portos e aeroportos e ressuspensão de partículas sobre as vias de tráfego. A construção civil também contribui para os níveis da poluição da região (Espírito Santo, 20--, p.11).

Figura 22 – Localização do Complexo Industrial



Fonte: Santos *et al.*, 2017.

4.3.1 O Pronto Atendimento

O PA da Praia do Suá, originalmente, foi o Hospital São Pedro. Inaugurado em 1959, construído por iniciativa da colônia de pescadores da Praia do Suá, o prédio foi concebido em formato “V” fazendo alusão a um navio ou um grande barco (Figura 23) e o local escolhido para a construção da edificação ficava à beira-mar (Figura 24). Em 1967, o Hospital São Pedro teve instalado em suas dependências o Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). No ano de 1974, foi

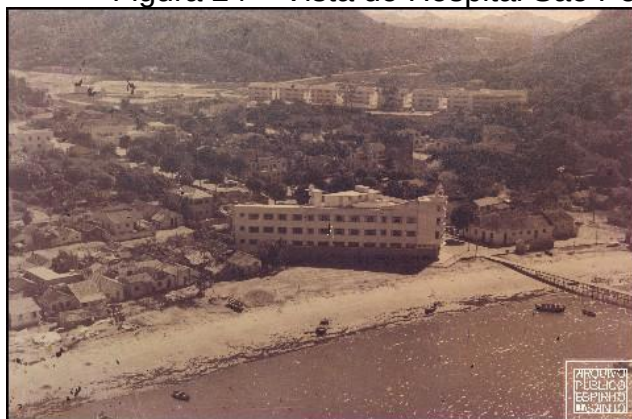
arrendado por 99 anos ao Instituto Nacional de Previdência Social – Inamps e transformado em um centro de reabilitação (Souza, 2010, p.97-99).

Figura 23 – O Hospital São Pedro em 1960

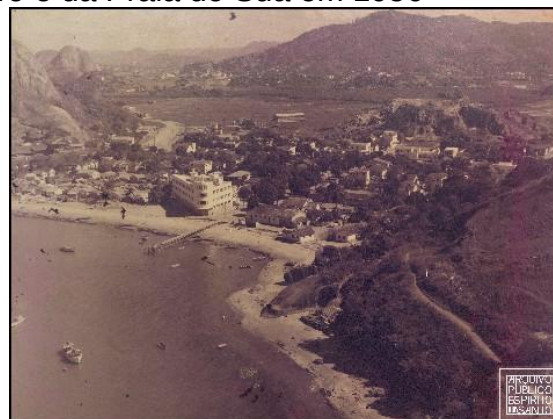


Fonte: IJSN apud Souza, 2010, p. 98.

Figura 24 – Vista do Hospital São Pedro e da Praia do Suá em 1956



Fonte: Bonino, 1956. BR ES APEES PBO.65



Fonte: Bonino, 1956. BR ES APEES PBO.59

Nas décadas de 70 e de 80 do século XX, foi o período de aterramento de várias praias da região, inclusive a Praia do Suá, modificando o entorno do então hospital. Em 2006, a PMV transformou a edificação em um PA (Souza, 2010, p.194), denominado Pronto Atendimento da Praia do Suá. A edificação, atualmente (Figura 25), é uma UPA de nível de atenção secundária do SUS, que é um estabelecimento de saúde de complexidade intermediária, articulado com a Atenção Básica (Unidades de Saúde), com atendimento adulto e pediátrico, com leitos de observação.

Figura 25 – O PA da Praia do Suá



Fonte: A autora.

No momento da pesquisa, o PA contava com 315 trabalhadores da saúde, entre trabalhadores do próprio PA e prestadores de serviço, sendo eles médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, técnicos em radiologia, vigilantes, porteiros, auxiliares de serviços gerais, assistentes sociais e técnicos administrativos. O edifício de saúde tem 4 pavimentos com área construída de 2.320,00 m², em estrutura de concreto armado e alvenaria, as paredes são revestidas com cerâmica a meia altura e, no restante, emassadas e pintadas até o teto; o teto com rebaixamento em gesso é emassado e pintado, o piso é em granito polido ou cerâmico e o sistema de ventilação predominante é o de ventilação mecânica do tipo split único.

4.3.2 Ambientes monitorados

Para a campanha experimental, foram selecionados alguns ambientes representativos do PA da Praia do Suá (Tabela 4), sendo eles: no primeiro pavimento, a recepção, a sala enfermeiros da regulação de vagas e a sala de emergência; no segundo pavimento, o serviço social e a sala medicação pediatria; no terceiro pavimento, sala reunião administrativa, sala de enfermagem do repouso clínico e o posto de enfermagem do repouso clínico; e no quarto pavimento, o refeitório.

Para esses ambientes, foram registrados os sistemas de ventilação predominantes. Com isso, os sistemas de ventilação identificados nesses ambientes foram: ventilação natural, ventilação mecânica ar-condicionado tipo split, ventilação

mecânica ar-condicionado tipo split e tipo janela e ventilação mecânica ar-condicionado tipo split e tipo janela e ventilação natural.

Tabela 4 – Caracterização construtiva e funcional dos ambientes monitorados, dos sistemas de ventilação e do quantitativo de pessoas

Ambiente	Características do ambiente	Sistema de Ventilação	Quantitativo de pessoas
	Posto de enfermagem do repouso clínico Ambiente localizado no 3º pavimento da edificação. O posto de enfermagem é um dos 3 ambientes em que é subdividido o repouso clínico. Local em que os trabalhadores da saúde utilizam computadores para fazer a evolução dos pacientes. Parte do ambiente também é utilizado para atendimento de pacientes.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split Janela voltada para o fosso de ventilação com orientação Norte. Porta principal sempre fechada. Portas de acesso à sala de enfermagem e às enfermarias do repouso clínico.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: 5 pacientes e 8 trabalhadores da saúde
	Sala de emergência Ambiente localizado no 1º pavimento da edificação. Nesse ambiente são atendidos pacientes em emergência e que após atendimento serão enviados para a sala do repouso clínico ou para o hospital.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split e tipo janela Porta voltada para o corredor e átrio da edificação. Porta-janela para área externa coberta de acesso às ambulâncias.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: 2 pacientes e 2 trabalhadores da saúde
	Sala medicação pediatria Ambiente localizado em frente ao átrio central do edifício, no 2º pavimento. Não pode ser classificada como sala de permanência, pacientes e trabalhadores da saúde a utilizam para aplicação de medicamentos.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split As janelas tipo guilhotina e porta voltadas para o corredor e átrio da edificação.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: 1 paciente, 1 acompanhante e 1 trabalhador da saúde

Ambiente	Características do ambiente	Sistema de Ventilação	Quantitativo de pessoas
	Recepção Ambiente localizado no 1º pavimento da edificação. Nesse ambiente os pacientes são recepcionados para serem encaminhados à sala de classificação de riscos.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split e tipo janela Ventilação natural Porta principal da edificação aberta 24 h com fluxo intenso de pessoas. Janelas com orientação Norte e Sudeste voltada para a rua lateral e para o acesso de ambulâncias.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: 30 entre pacientes e acompanhantes e 2 trabalhadores da saúde
	Serviço social Ambiente localizado no 2º pavimento da edificação em que os trabalhadores da saúde atendem pacientes em situação de vulnerabilidade social.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split Janela com orientação Norte voltada para a rua lateral. Porta voltada para o corredor e átrio da edificação.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: 1 paciente e 1 trabalhador da saúde
	Sala enfermeiros da regulação de vagas Ambiente localizado no 1º pavimento da edificação em que os trabalhadores da saúde fazem a comunicação entre a rede de atenção à saúde do Sistema Único da Saúde (SUS) em busca de vagas a fim de realizar transferências de pacientes após atendimento.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split Porta permanece aberta para a sala de classificação de riscos. Janela com orientação Norte voltada para a rua lateral.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: sem paciente e 2 trabalhadores da saúde
	Sala enfermagem do repouso clínico Cômodo do Posto de Enfermagem na Sala de Repouso Clínico Adulto. Ambiente em que profissionais armazenam medicamentos e insumos para atendimentos, bem como ferramentas auxiliares.	Ventilação natural Janela voltada para o fosso de ventilação com orientação Leste. Porta aberta para o posto de enfermagem do repouso clínico.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: sem paciente e 2 trabalhadores da saúde

Ambiente	Características do ambiente	Sistema de Ventilação	Quantitativo de pessoas
	Sala reunião administrativa Ambiente localizado no 3º pavimento da edificação em que é utilizada para reuniões administrativas e é um local de passagem que interliga a sala da direção com a sala de recursos humanos e a copa.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split Portas abertas para a sala de direção e para a sala de recursos humanos. Vão aberto para a copa, ambiente sem janela.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: sem paciente e 4 trabalhadores da saúde
	Refeitório Ambiente localizado no 4º pavimento da edificação em que é servido refeições no momento de intervalo para os trabalhadores da saúde, porém não há produção de alimentos no local.	Ventilação mecânica ar-condicionado tipo split e tipo janela Ventilação natural Porta-janela voltada para sacada/varanda com orientação Leste. Portão de acesso ao corredor e átrio da edificação. Janela com orientação Norte voltada para a rua lateral.	Quantidade aproximada de pessoas no ambiente: sem paciente e 10 trabalhadores da saúde

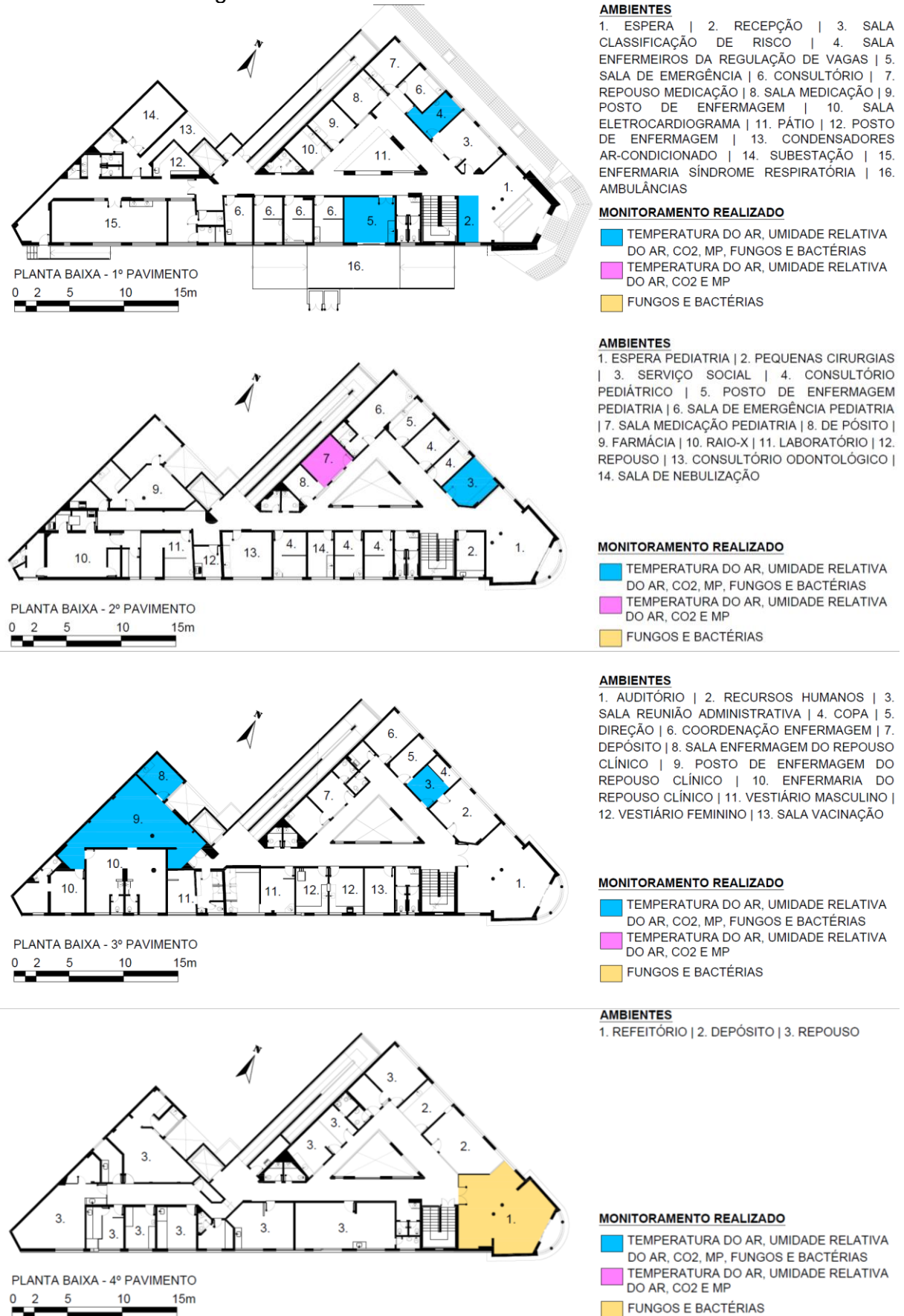
Fonte: A autora.

4.4 MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E DE POLUENTES

As campanhas experimentais de avaliação da QAI ocorreram de 19 de junho de 2023 a 25 de agosto de 2023, no período do inverno, totalizando 50 dias de monitoramento distribuídos em 10 semanas. Internamente, os poluentes foram monitorados em 9 ambientes (Tabela 4) representativos quanto à forma de exposição do trabalhador da saúde. Externamente, os monitoramentos microbiológicos foram feitos no estacionamento do PA e o de MP foram utilizados dados da estação de monitoramento da UFES.

A primeira campanha ocorreu de 19 de junho a 07 de julho, a segunda campanha ocorreu de 10 de julho a 28 de julho e a terceira campanha ocorreu de 31 de julho a 25 de agosto. Para cada local de amostragem interna, foram feitas avaliações da influência dos parâmetros ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e CO₂) e das concentrações de poluentes — material particulado (MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀ e PTS) e bioaerossóis (fungos e bactérias) — distribuídos de acordo com a planta baixa da edificação, ver Figura 26.

Figura 26 – Planta Baixa do Pronto Atendimento



Fonte: A autora.

4.4.1 Parâmetros ambientais

Os parâmetros ambientais interiores monitorados foram a temperatura do ar, umidade relativa do ar e as concentrações de CO₂, utilizando-se um termo-higrômetro digital com data logger HOB0 MX1102/Sigma Sensors (Quadro 2). Todas as medições internas ocorreram nos três turnos de trabalho (matutino, vespertino e noturno), de forma contínua em diferentes ambientes com o equipamento permanecendo em cada setor por no mínimo 4320 minutos (72 h) (ver Tabela 5). Do tempo total de monitoramento da Semana 1, foram excluídos os primeiros 1440 minutos (24 h), pois foi o tempo necessário para a calibração automática do equipamento, sendo que esse foi ajustado para registrar os dados de 1 em 1 minuto.

Quadro 2 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - parâmetros ambientais

Fabricante e Modelo	Imagem	Especificações técnicas	
Sigma Sensors/ Data Logger MX1102		Sensor de temperatura	Faixa de medição: 0° a 50°C
		Sensor de umidade relativa	Faixa de medição: 1% a 70% de umidade relativa (sensor de CO ₂ ativo), 1% a 90% de umidade relativa (sensor de CO ₂ desabilitado)
		Sensor de CO ₂	Faixa de medição: 0 a 5.000 ppm
		Data Logger	Peso 267,4 g Dimensões 7.62 x 12.95 x 4.78 cm

Fonte: Fabricante

Tabela 5 – Período do monitoramento dos parâmetros ambientais por ambiente

Tabela 5 - Período de monitoramento dos parâmetros ambientais por ambiente						
Semana	Ambiente	Período do monitoramento				Tempo de duração (minutos)
		Início		Fim		
		Data	Hora	Data	Hora	
Semana 1	Sala de enfermagem do repouso clínico	20/06/2023	14:39:22	23/06/2023	15:40:22	4382
Semana 1	Sala medicação pediatria	20/06/2023	14:08:29	23/06/2023	15:22:29	4395
Semana 2	Sala reunião administrativa	26/06/2023	13:16:40	30/06/2023	14:49:40	5854
Semana 2	Posto de enfermagem do repouso clínico	26/06/2023	13:26:46	30/06/2023	14:41:46	5836
Semana 3	Serviço social	03/07/2023	13:23:26	07/07/2023	14:25:26	5823
Semana 3	Sala enfermeiros da regulação de vagas	03/07/2023	13:27:14	07/07/2023	14:34:14	5828
Semana 4	Recepção	10/07/2023	08:53:26	14/07/2023	14:27:26	6095
Semana 4	Sala medicação pediatria	10/07/2023	09:03:20	14/07/2023	14:17:20	6075
Semana 5	Sala reunião administrativa	17/07/2023	12:34:27	21/07/2023	14:57:27	5904

Semana	Ambiente	Período do monitoramento				Tempo de duração (minutos)
		Início		Fim		
		Data	Hora	Data	Hora	
Semana 5	Posto de enfermagem do repouso clínico	17/07/2023	12:48:03	21/07/2023	15:05:03	5898
Semana 6	Serviço social	24/07/2023	12:52:22	28/07/2023	14:12:22	5841
Semana 6	Sala enfermeiros da regulação de vagas	24/07/2023	12:34:57	28/07/2023	14:19:57	5866
Semana 7	Recepção	31/07/2023	14:03:49	04/08/2023	15:09:49	5827
Semana 7	Sala medicação pediatria	31/07/2023	13:53:51	04/08/2023	15:00:51	5828
Semana 8	Sala reunião administrativa	07/08/2023	12:53:09	11/08/2023	14:06:09	5834
Semana 8	Posto de enfermagem do repouso clínico	07/08/2023	13:07:29	11/08/2023	14:14:29	5828
Semana 9	Sala enfermeiros da regulação de vagas	14/08/2023	12:51:38	18/08/2023	16:00:38	5950
Semana 9	Sala de emergência	14/08/2023	13:05:31	18/08/2023	15:52:31	5928
Semana 10	Serviço social	21/08/2023	13:10:00	25/08/2023	15:37:00	5908
Semana 10	Sala de emergência	21/08/2023	13:05:35	25/08/2023	15:41:35	5917

Fonte: A autora.

4.4.2 Material particulado

O monitoramento do material particulado do ar interior foi feito com o monitor ECOPM-V1/EcoSoft (Quadro 3), que é um monitor automático que mede simultaneamente as concentrações de MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS utilizando um contador de partículas a laser. Todas as medições internas ocorreram nos três turnos de trabalho (matutino, vespertino e noturno) de forma contínua em diferentes ambientes e foram analisadas as concentrações de MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS, em conjunto com os parâmetros ambientais, com o equipamento permanecendo em cada setor por no mínimo 96 h (ver Tabela 6). O equipamento foi ajustado para registrar os dados de 1 em 1 hora.

Quadro 3 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - material particulado

Fabricante e Modelo	Imagem	Especificações técnicas	
EcoSoft / Monitor ECOPM-V1		Variáveis Medidas	MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS
		Faixa de Medição	0 – 2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Sensibilidade	0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ref. MP_{10})
		Faixa de Diâmetro de Partícula	0,34 a 40 μm (24 faixas de tamanhos)
		Tipo de Sensor	Contador de partículas a laser
		Sucção da Amostra de Ar	Interna, ventilador axial
		Sonda	Aquecida com filtro de proteção em aço inoxidável
		Vazão de Operação	0,05 a 0,35 L/min p/ amostra (típico, regulável)

Fonte: Fabricante

Tabela 6 – Período do monitoramento de MP por ambiente

Semana	Ambiente	Período do monitoramento				Tempo de duração (horas)
		Início		Fim		
		Data	Hora	Data	Hora	
Semana 1	Sala de enfermagem do repouso clínico	19/06/2023	15:00	23/06/2023	15:00	97
Semana 1	Sala medicação pediatria	19/06/2023	15:00	23/06/2023	15:00	96
Semana 2	Sala reunião administrativa	26/06/2023	14:00	30/06/2023	14:00	97
Semana 2	Posto de enfermagem do repouso clínico	26/06/2023	14:00	30/06/2023	14:00	97
Semana 3	Serviço social	03/07/2023	14:00	07/07/2023	14:00	97
Semana 3	Sala enfermeiros da regulação de vagas	03/07/2023	14:00	07/07/2023	14:00	97
Semana 4	Recepção	10/07/2023	09:00	14/07/2023	14:00	101
Semana 4	Sala medicação pediatria	10/07/2023	10:00	14/07/2023	14:00	100
Semana 5	Sala reunião administrativa	17/07/2023	13:00	21/07/2023	15:00	99
Semana 5	Posto de enfermagem do repouso clínico	17/07/2023	13:00	21/07/2023	15:00	99
Semana 6	Serviço social	24/07/2023	13:00	28/07/2023	14:00	97
Semana 6	Sala enfermeiros da regulação de vagas	24/07/2023	13:00	28/07/2023	14:00	97
Semana 7	Recepção	31/07/2023	15:00	04/08/2023	15:00	97
Semana 7	Sala medicação pediatria	31/07/2023	14:00	04/08/2023	15:00	98
Semana 8	Sala reunião administrativa	07/08/2023	13:00	11/08/2023	14:00	98
Semana 8	Posto de enfermagem do repouso clínico	07/08/2023	14:00	11/08/2023	14:00	97
Semana 9	Sala enfermeiros da regulação de vagas	14/08/2023	16:00	18/08/2023	16:00	97
Semana 9	Sala de emergência	14/08/2023	14:00	18/08/2023	16:00	98
Semana 10	Serviço social	21/08/2023	14:00	25/08/2023	15:00	97
Semana 10	Sala de emergência	21/08/2023	13:00	25/08/2023	15:00	98

Fonte: A autora.

Para as concentrações do MP exterior, foram utilizados os dados da estação de monitoramento do Núcleo de Pesquisa em Qualidade do Ar – Projeto AsmaVIX da UFES, a qual estava locada na unidade de saúde do bairro Maria Ortiz a 6.353 m do PA da Praia do Suá. A utilização dos dados dessa estação foi a alternativa encontrada para a pesquisa, pois as estações de monitoramento de propriedade do IEMA estavam inoperantes durante o período da campanha experimental.

4.4.3 Bioaerossóis

As coletas de bactérias e fungos no ar interior e exterior foram feitas com o amostrador de ar Aeris Kit Impactador Bioaerosol/Criffer (Quadro 4), que é impactador tipo Andersen 1 estágio para análises de bactérias e fungos de 0,6 a 22 µm suspensos no ar ambiente.

O equipamento foi posicionado de forma que o amostrador ficou a 1,50m acima do piso para as coletas, altura aproximada da zona de respiração humana. No amostrador, foram dispostas placas de Petri (90 mm x 15 mm) descartáveis contendo meio de cultura Agar Batata Dextrose com Cloranfenicol para o crescimento dos fungos e Agar Tripticase de soja para o crescimento das bactérias. A bomba digital de amostragem foi regulada para a vazão de 28,3 L/min e com período de amostragem de 5 minutos para fungos e bactérias, conforme as recomendações da Anvisa e da NBR 17037 (Brasil, 2003; ABNT, 2023). O amostrador foi esterilizado com álcool etílico hidratado 70 °INPM para remover qualquer contaminação antes e após cada amostragem.

Quadro 4 – Equipamento para avaliação da qualidade do ar - bioaerossóis			
Fabricante e Modelo	Imagem	Especificações técnicas	
Criffer / Aeris Kit Impactador Bioaerosol		Escala de fluxo	10L/min a 30L/min
		Alimentação	bateria ou 110/220 V
		Autonomia bateria	40 minutos
		Dimensões	259x85x180mm
		Peso	1,6 kg
		Impactador tipo	para análises de
		Andersen 1 estágio	bactérias e fungos de
		Dimensões	0,6 a 22 µm suspensos
			no ar ambiente
		Peso	111x70mm
			750 g

Fonte: Fabricante

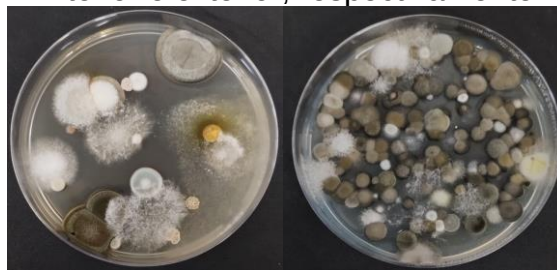
As coletas dos microbiológicos foram feitas em triplicatas para cada ponto de monitoramento. Foram coletadas 3 placas no ambiente interior e 3 placas no exterior (no estacionamento), 2 vezes por semana, tanto para fungos quanto para bactérias, com amostras em branco de campo, com 1 placa para o interior e 1 placa para o exterior, tanto para fungos quanto para bactérias. Totalizando, semanalmente, em 12 coletas para fungos e 4 brancos de campo e 12 coletas para bactérias e 4 brancos de campo. Ao final da campanha de monitoramento, foram totalizadas 120 coletas e 40 brancos de campo para cada microbiológico em estudo.

As amostras em branco de campo foram coletadas durante as amostragens de parâmetros microbiológicos para avaliar se as amostras poderiam ser contaminadas durante a etapa de amostragem. Essas foram tratadas de forma idêntica às outras amostras, exceto que nenhum ar foi aspirado pelo amostrador, e foram analisadas da mesma forma que as demais.

Todas as amostras coletadas foram lacradas com Parafilm® M, acondicionadas em caixa térmica e encaminhadas para o laboratório de Microbiologia Geral da UVV para cultivo, contagem e identificação de gênero dos micro-organismos. No laboratório, a microbiologista fez a contagem das unidades formadoras de colônias (UFCs) fúngicas (Figura 27) e bacterianas (Figura 28) observadas e o resultado final foi expresso a partir do cálculo da UFC por metro cúbico (UFC/m³), de acordo com a Equação 1; em que, n é o número de colônias contadas na placa e v é o volume de ar amostrado em m³, sendo $v = Q \times t$, em que Q é a vazão de aspiração do ar e t é o tempo de amostragem.

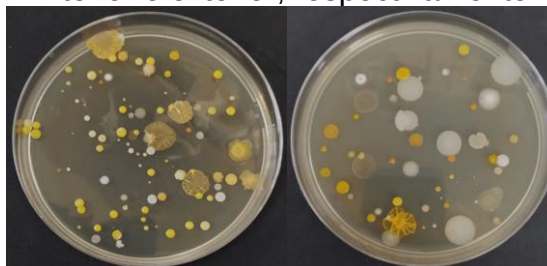
$$UFC/m^3 = \frac{n}{v} \quad (1)$$

Figura 27 – Placas de Petri com unidades formadoras de colônia (UFC) fúngicas interior e exterior, respectivamente



Fonte: A autora

Figura 28 – Placas de Petri com unidades formadoras de colônia (UFC) bacterianas interior e exterior, respectivamente



Fonte: A autora

4.5 AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE

A avaliação do bem-estar do trabalhador da saúde do PA da Praia do Suá foi feita através do cálculo de exposição à poluição do ar interior, assim como nos trabalhos de Kitagawa *et al.* (2022) e de Knaak (2023), e da aplicação do questionário padronizado com o enfoque ocupacional — *MM040 NA Hospital - Indoor Climate in Hospital/Health Care Establishment*, Modelo Örebro — elaborado pelo Departamento de Medicina Ocupacional do Hospital Universitário de Örebro, Suécia, e aplicado nos trabalhos de Rautiainen *et al.* (2019), Hoang Quoc, Vu Huong e Nguyen Duc (2020) e Kalender-Smajlović, Kukec e Dovjak (2022).

4.5.1 Cálculo da exposição à poluição do ar interior

Para Klepeis (2006), a exposição à poluição atmosférica ocorre sempre que um ser humano respira ar em um local onde existem vestígios de uma ou mais toxinas transportadas pelo ar. Duas informações são importantes para o cálculo da exposição à poluição do ar: primeiro, os locais onde os indivíduos ficam expostos e, segundo, a concentração dos poluentes desses diferentes locais. Em vista disso, o cálculo de exposição à poluição do ar interior é a soma do produto do tempo gasto por uma pessoa em diferentes locais, denominados de microambientes, e a média temporal das concentrações de poluentes atmosféricos que ocorrem nesses locais, considerando que esses microambientes tenham concentrações homogêneas de poluentes (Klepeis, 2006). Sendo assim, o cálculo de exposição à poluição atmosférica fica expressa pela Equação 2 (Klepeis, 2006; Ott, 1982):

$$E_i = \sum_{j=1}^n C_j t_{ij} \quad (2)$$

em que, E_i é a exposição total do indivíduo i ; C_j é a concentração média do poluente no microambiente j durante a permanência do indivíduo i ; t_{ij} é o tempo gasto pelo indivíduo i no microambiente j ; e n é o número total de microambientes ocupados pelo indivíduo i no período de interesse.

Do mesmo jeito que nos trabalhos de Kitagawa *et al.* (2022) e de Knaak (2023), para o cálculo da exposição foi empregado um fator de correção na Equação 2 com o

intuito de incluir a exposição aos poluentes interiores. Nessa equação, foi incluída a razão I/E $(I/O)_j$ no microambiente j , a qual consiste na razão I/E para representar as diferenças de concentração entre os ambientes interno e externo. Para tal, foi empregada a Equação 3:

$$E_i = \sum_{j=1}^n C_j \times t_{ij} \times \left(\frac{I}{O}\right)_j \quad (3)$$

O cálculo da exposição à poluição do ar interior foi feito para os poluentes microbiológicos (fungos e bactérias) e para material particulado (MP_{2,5} e MP₁₀). O tempo estimado para a exposição foi de uma jornada de trabalho de 12 horas, o qual é o tempo médio estimado em que os trabalhadores da saúde desenvolvem suas atividades laborais no interior dos ambientes do PA da Praia do Suá; em outras palavras, é a exposição média aos poluentes do ar interior por dia trabalhado no ambiente (microambiente) de trabalho. Como todos os valores das concentrações C_j dos poluentes microbiológicos foram expressos em UFC/m³ e do MP em µg/m³, todos os valores da $C_j \times t_{ij}$ foram expressos nas unidades (UFC/m³).h e (µg/m³).h, assim como determinado no trabalho de Fugas (apud Ott,1982).

4.5.2 Questionário MM040 NA Hospital

De acordo com os pesquisadores da *Örebro University Hospital* (2007), o “Modelo Örebro” é baseado em uma estratégia da OMS desde o início dos anos 1980, segundo a qual a investigação deve ser realizada em etapas: primeiro, com as medidas básicas; e, depois, as medidas tomadas devendo ser avaliadas. Segundo eles, um princípio básico do modelo é que os usuários são aqueles que melhor descrevem o clima interno, pois, ao comparar os relatos do questionário com os resultados correspondentes de ambientes interiores sem problemas climáticos interiores anteriormente conhecidos, é possível ter uma ideia sobre a causa dos problemas.

O questionário *MM040 NA Hospital* (Anexo B) é dividido em 10 partes, tratando sobre fatores básicos (como ano de nascimento, sexo, categoria profissional, jornada e turno de trabalho, fumo), ambiente de trabalho (corrente de ar, temperatura alta, variável e baixa, ar seco e ar abafado, cheiro, poeira e sujeira, entre outros), condições

de trabalho, sintomas atuais (asma, rinite alérgica, sintomas alérgicos e eczema), doenças anteriores/atuais (fadiga, dor de cabeça, náusea/tontura, tosse, rouquidão e garganta seca, entre outros), sintomas atuais (relacionados ao estresse), ambiente geral de trabalho, condições de temperatura, barulho, qualidade do ar e, ainda, com campo para comentários gerais.

4.5.2.1 *Tradução do Questionário*

O processo de tradução do questionário, *MM040 NA Hospital - Indoor Climate in Hospital/Health Care Establishment*, teve a finalidade de adequação da ferramenta para aplicação na população brasileira. Desse modo, o procedimento foi realizado em três momentos: primeiro, a versão original em inglês do questionário para o português; segundo, a tradução inversa do português para inglês; e, na terceira e última etapa, a versão traduzida do inglês para português. Todas as versões foram feitas por tradutores juramentados, e essas várias etapas, conforme Deliza, Rosenthal e Costa (2003, p. 44), garantem uma tradução mais precisa e confiável do instrumento.

4.5.2.2 *Aplicação do Questionário*

A aplicação do questionário teve como público-alvo os trabalhadores da saúde maiores de 18 anos e que eram população fixa no Pronto Atendimento por pelo menos 3 (três) meses, a partir do início da campanha de monitoramento. Todos os profissionais ativos no estabelecimento de saúde foram convidados a responder o questionário ocupacional. Os dados foram coletados por meio de um formulário físico (papel) e por um formulário *on-line* por meio do *Google Forms*, para aqueles que preferiram responder o questionário via internet.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A análise descritiva dos dados foi realizada por meio de frequências absolutas (n) e relativas (%), medidas de tendência central (média e mediana) e dispersão (desvio-padrão, valores mínimo e máximo). Na análise das variáveis quantitativas, foi aplicado o teste de Komolgorov-Smirnov para verificar a distribuição normal. Como a variável não apresentou aderência, foram aplicados teste não paramétricos. A

comparação entre os ambientes foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, segundo as variáveis de MP e CO₂ e, caso haja diferença estatística, aplicou-se o teste *post-hoc* de Dunn. A correlação entre as variáveis quantitativas foi realizada pelo teste de Spearman (r_{Spearman}). Para definir a magnitude do efeito, foi utilizada a escala de Landis e Koch (1977), conforme Quadro 5. Para a significância estatística, assumiu-se um nível descritivo de 5% ($p < 0.050$). As análises foram realizadas no programa SPSS versão 23 para Windows.

Quadro 5 – Interpretação da magnitude do coeficiente kappa

Coeficiente kappa	Força da concordância
<0.00	Pobre
0.00 – 0.20	Fraca
0.21 – 0.40	Razoável
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Forte
>0.80	Quase perfeita

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977, p.165)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados e discussão da pesquisa realizada por meio da campanha experimental com monitoramento dos parâmetros ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e CO₂), das concentrações de material particulado (MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀ e PTS) e de bioaerossóis (fungos e bactérias), além do cálculo da exposição aos poluentes mensurados e aplicação de questionário ocupacional.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES E DA QUALIDADE DO AR DO PA

A campanha experimental ocorreu no período do inverno, de 19 de junho de 2023 a 25 de agosto de 2023. Na Tabela 7, é apresentada a síntese dos resultados dos parâmetros ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e CO₂), do material particulado (MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀ e PTS) e dos bioaerossóis (fungos e bactérias) para cada local de amostragem do PA. Contudo, não foram feitas coletas dos bioaerossóis na sala de medicação pediatria, pois a sala era muito pequena. Com isso, pelas dimensões da sala e o número de pessoas que entravam no ambiente (paciente, acompanhante, técnico de enfermagem ou enfermeiro) para aplicação de medicamentos, ficava inviável a montagem do equipamento para a coleta dos bioaerossóis. Para completar a coleta dos bioaerossóis, esse procedimento foi realizado no refeitório, ambiente que fica no 4º pavimento da edificação. Os demais equipamentos que mensuravam os parâmetros ambientais e MP não foram montados nesse ambiente, pois nesse pavimento não havia segurança o suficiente para manter os equipamentos ligados durante 24 h por dia.

Desse modo, no PA da Praia do Suá, em relação aos parâmetros ambientais, o ambiente que apresentou a menor temperatura do ar mínima foi a sala de reunião administrativa com 20,29 °C e o que apresentou a maior temperatura do ar máxima foi o serviço social com 29,21 °C. Para o parâmetro umidade relativa do ar, o ambiente que registrou tanto a menor mínima quanto a maior máxima foi o serviço social com 35,36 % e 81,57 %, respectivamente. Para o parâmetro CO₂, a sala de emergência apresentou a menor mínima com 241 ppm e a sala dos enfermeiros da regulação de vagas apresentou a maior máxima com 2770 ppm. Sendo assim, a edificação do PA

apresentou como médias para os parâmetros ambientais temperatura do ar, umidade relativa do ar e CO₂, respectivamente, 25,58 °C, 58,68 % e 655,09 ppm.

Tabela 7 – Síntese dos resultados dos parâmetros ambientais e dos poluentes para cada ambiente de amostragem no PA

Ambiente		Temp. °C	Umid. %	CO ₂ ppm	MP ₁ µg/m ³	MP _{2,5} µg/m ³	MP ₁₀ µg/m ³	PTS µg/m ³	Fungos UFC/m ³	Bactérias UFC/m ³
Posto de enfermagem do repouso clínico	Mín.	22,3	41,21	314	1,1	2,8	3,2	7,8	56,54	42,40
	Méd.	25,54	60,53	814,59	4,37	10,77	15,81	45,62	323,52	168,04
	DP	± 1,09	± 4,82	± 339,52	± 1,87	± 5,09	± 6,99	± 24,78	± 247,29	± 103,73
	Máx.	27,53	74,02	2032	11,1	29,1	40	174,2	692,58	325,09
Sala de emergência	Mín.	21,91	50,26	241	2,1	3,6	5,2	6,8	254,42	70,67
	Méd.	23,90	58,90	713,12	4,12	11,21	16,35	35,05	460,54	155,48
	DP	± 0,89	± 4,34	± 257,76	± 1,33	± 3,45	± 5,46	± 22,74	± 152,06	± 76,51
	Máx.	26,94	73,51	2048	12,9	29,3	35,8	194,2	671,38	240,28
Sala medicação pediatria	Mín.	23,76	47,36	303	1,4	2,8	3,5	4,8	-	-
	Méd.	25,84	59,64	539,26	5,01	11,55	18,58	46,89	-	-
	DP	± 0,63	± 5,69	± 133,81	± 2,50	± 6,16	± 8,29	± 29,72	-	-
	Máx.	26,96	72,68	1180	24,9	60,4	66,3	162,3	-	-
Recepção	Mín.	23,42	53,29	364	2	6,7	13,4	23,1	621,91	120,14
	Méd.	26,23	62,24	565,31	5,73	14,28	27,61	73,27	848,06	373,38
	DP	± 1,09	± 4,10	± 124,95	± 2,29	± 5,55	± 9,65	± 30,69	± 199,89	± 283,93
	Máx.	28,57	77,68	1146	18,7	29,5	68,7	180,1	1159,01	763,25
Serviço social	Mín.	24,05	35,36	337	1,7	4,2	4,7	4,9	56,54	35,34
	Méd.	26,19	58,05	532,09	4,27	11,18	17,89	33,26	147,62	118,57
	DP	± 1,01	± 7,20	± 169,63	± 1,42	± 3,69	± 7,33	± 19,83	± 96,15	± 70,21
	Máx.	29,21	81,57	1634	10,6	23,5	40,2	124,9	296,82	254,42
Sala enfermagem do repouso clínico	Mín.	23,86	41,26	251	1,6	3,7	6,1	11,9	21,20	346,29
	Méd.	25,34	54,17	807,24	3,42	8,25	16,61	92,62	116,61	431,10
	DP	± 0,71	± 4,26	± 334,41	± 1,24	± 2,53	± 6,32	± 74,21	± 107,25	± 78,06
	Máx.	26,79	62,89	2736	6,7	14,8	46	663,5	303,89	530,04
Sala enfermeiros da regulação de vagas	Mín.	23,79	44,16	326	1,8	4,5	6,3	7,3	49,47	84,81
	Méd.	25,60	57,15	674,08	3,8	10,51	17,26	48,63	172,75	304,67
	DP	± 0,67	± 5,27	± 197,59	± 1,11	± 2,59	± 5,01	± 25,45	± 119,47	± 145,28
	Máx.	27,75	80,34	2770	10,4	20,8	36,2	153,9	395,76	537,10
Sala reunião administrativa	Mín.	20,29	42,21	327	1,1	3	7,1	9,1	28,27	35,34
	Méd.	25,98	58,77	595,02	4,98	12,36	17,32	24,91	73,03	127,21
	DP	± 1,49	± 6,09	± 181,49	± 2,13	± 4,91	± 6,09	± 10,78	± 30,40	± 72,33
	Máx.	28,54	78,00	1365	12,3	31,1	37,8	101	106,01	254,42
Refeitório	Mín.	-	-	-	-	-	-	-	120,14	14,13
	Méd.	-	-	-	-	-	-	-	573,62	102,47
	DP	-	-	-	-	-	-	-	± 477,09	± 120,08
	Máx.	-	-	-	-	-	-	-	1045,94	310,95

DP – Desvio padrão

Fonte: A autora.

Em relação ao material particulado, para o MP₁, tanto o posto de enfermagem do repouso clínico quanto a sala reunião administrativa registraram 1,1 µg/m³ como a menor mínima para esse poluente; já a sala medicação pediatria registrou a maior máxima com 24,9 µg/m³. Para o MP_{2,5}, tanto o posto de enfermagem do repouso clínico quanto a sala medicação pediatria contabilizaram 2,8 µg/m³ como a menor mínima para esse poluente; a sala medicação pediatria contabilizou a maior máxima para o MP_{2,5} com 60,4 µg/m³.

Em relação ao MP_{10} , o posto de enfermagem do repouso clínico registrou a menor mínima desse poluente com $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a recepção registrou a maior máxima com $68,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Já para as PTS, a sala medicação pediatria apresentou a menor mínima com $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e maior máxima na sala de enfermagem do repouso clínico com $663,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dessa maneira, a edificação do PA contabilizou como médias para o material particulado MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS, nesta ordem, $4,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $11,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $18,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $50,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Quanto aos bioaerossóis, o ambiente que apresentou a menor média para a concentração de fungos foi a sala enfermagem do repouso clínico com $21,20 \text{ UFC}/\text{m}^3$ e o ambiente que apresentou a maior concentração foi a recepção com $1159,01 \text{ UFC}/\text{m}^3$. Para a concentração de bactérias, a menor média apresentada foi no refeitório com $14,13 \text{ UFC}/\text{m}^3$ e a maior concentração apresentada foi na recepção com $763,25 \text{ UFC}/\text{m}^3$. Assim, a edificação do PA apresentou como médias para as concentrações de fungos e de bactérias, respectivamente, $339,34 \text{ UFC}/\text{m}^3$ e $222,62 \text{ UFC}/\text{m}^3$.

Ao analisar a síntese dos resultados apresentados na Tabela 3 do capítulo da revisão narrativa de literatura em comparação com os resultados apresentados pela edificação do PA, é possível verificar que a média da temperatura do ar ($25,58^\circ\text{C}$) da edificação em análise ficou abaixo apenas do trabalho de Hoang Quoc, Vu Hung e Nguyen Duc (2020), que apresentou como média $26,4^\circ\text{C}$ em um hospital universitário do Vietnã. Para a umidade relativa do ar, a média apresentada no PA ($58,68\%$) ficou abaixo somente dos trabalhos Hoang Quoc, Vu Hung e Nguyen Duc (2020) e Chung *et al.* (2015) os quais foram $60,6\%$, em um hospital universitário do Vietnã, e 66% , no centro de assistência respiratória de um hospital em Taiwan, respectivamente. Para o parâmetro de concentração do CO_2 , a média apresentada no PA ($655,09 \text{ ppm}$) ficou próxima dos resultados nos trabalhos de Hwang, Roh e Park (2018) e Hwang e Park (2020) os quais analisaram 23 hospitais cada pesquisa e apresentaram como médias, nesta ordem, $649,1 \text{ ppm}$ e 652 ppm para o CO_2 . Em vista disso, a edificação do PA apresenta parâmetros ambientais em consonância com outros trabalhos de outros países, não extrapolando os resultados apresentados.

Quanto aos poluentes fúngicos, esta pesquisa contabilizou para a concentração fúngica ($339,34 \text{ UFC}/\text{m}^3$) um valor aproximado com a média apresentada no trabalho de Jung *et al.* (2015), o qual analisou 37 hospitais em Taiwan e obteve como resultado a média de $388,85 \text{ UFC}/\text{m}^3$; com isso, essas duas pesquisas

apresentaram médias muito acima das que estão sintetizadas na Tabela 3. Sobre os poluentes bacterianos, este trabalho contabilizou para a concentração bacteriana 222,62 UFC/m³, resultado próximo com os hospitais portugueses analisados por Fonseca *et al.* (2018), os quais foram 227,5 UFC/m³ e 208,44 UFC/m³; em vista disso, essas duas pesquisas apresentaram resultados semelhantes com o trabalho Hwang, Roh e Park (2018) e bem abaixo do trabalho de Jung *et al.* (2015) o qual foi 776,71 UFC/m³.

No que se diz respeito ao material particulado, os métodos de monitoramento não foram semelhantes entre os estudos e, com isso, a comparação desses resultados deve ser interpretada com cautela.

5.1.1 Parâmetros ambientais por ambiente monitorado

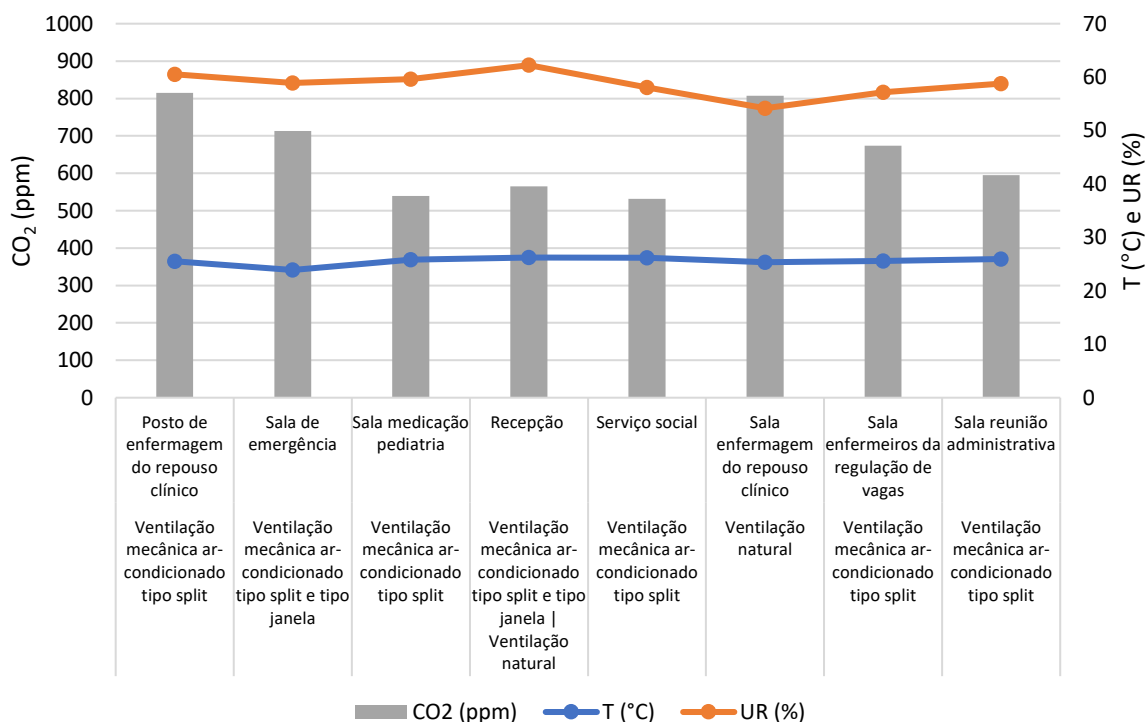
A concentração de CO₂ foi avaliada nos ambientes posto de enfermagem do repouso clínico, sala de enfermagem do repouso clínico, sala de emergência, sala medicação pediatria, recepção, serviço social, sala enfermeiros da regulação de vagas e sala reunião administrativa em conjunto com outros parâmetros ambientais, tais como temperatura do ar e umidade relativa do ar, entre os meses de junho e agosto de 2023, período de inverno no hemisfério sul. As concentrações médias do CO₂, da temperatura do ar e da umidade relativa do ar para cada ambiente estão demonstradas no Gráfico 1. Os resultados mostram que as concentrações médias do CO₂ dos ambientes monitorados variaram entre 532,09 ppm e 814,59 ppm, da temperatura média do ar entre 23,90 °C e 26,23 °C e da umidade relativa do ar média entre 54,17 % e 62,24 %.

A NBR 17037 recomenda que a temperatura do ar seja entre 21 °C e 26 °C e a umidade relativa do ar fique entre 35 % e 65 % (ABNT, 2023), não fazendo distinção da estação do ano em que esses resultados são apresentados. Já para a Anvisa, na Resolução-RE nº 9/2003 para o período de inverno, a temperatura do ar deve ser entre 20 °C e 22 °C, e para a umidade relativa do ar, nesse mesmo período do ano, deve ser de 35 % a 65 % (Brasil, 2003).

Como o monitoramento do PA ocorreu no período de inverno, a temperatura média do ar apresentada nos ambientes acabou excedendo os valores de recomendação da resolução da Anvisa, contudo ficaram entre a faixa recomendável da norma técnica. Para a umidade relativa do ar média, tanto para a resolução quanto

para a norma técnica, os valores médios mensurados ficaram dentro da faixa recomendável.

Gráfico 1 – Concentração de dióxido de carbono (CO₂) por ambiente avaliado



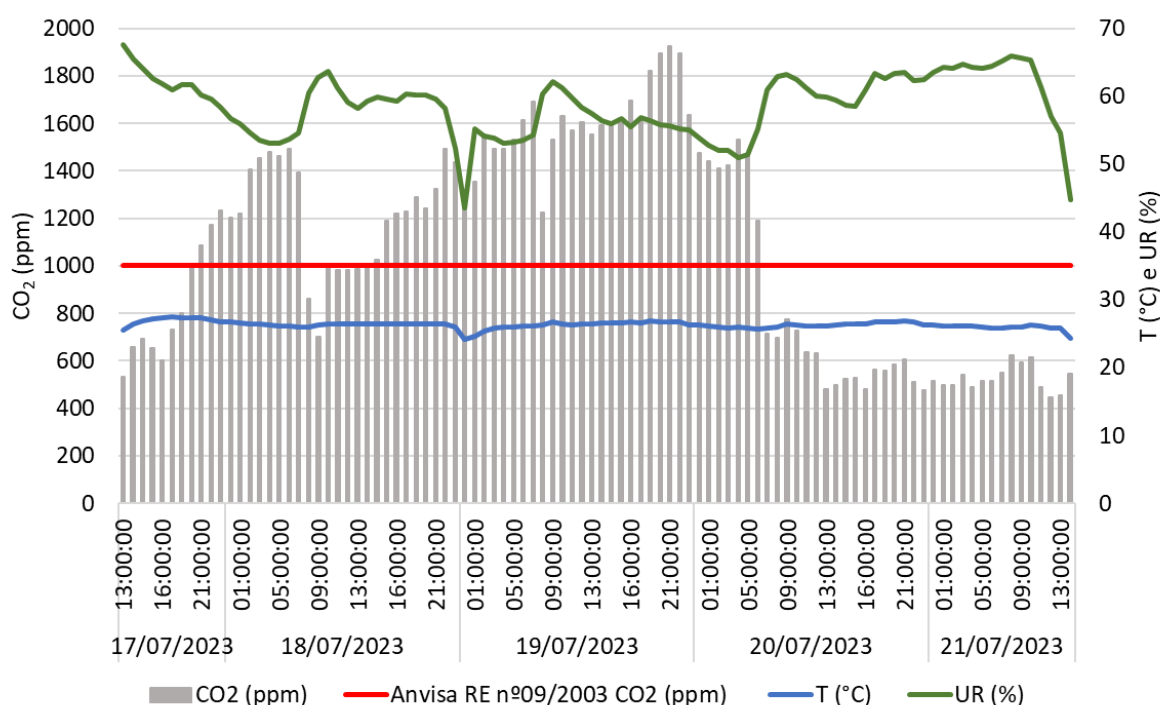
Fonte: A autora.

As concentrações médias de CO₂ apresentadas não excederam o padrão estabelecido pela Anvisa, que é de 1000 ppm no ambiente (Brasil, 2003), sequer a NBR 17037, pois para norma técnica, a concentração poderá alcançar valores superiores a 1100 ppm em áreas urbanas, porque essa concentração em ambiente climatizado/ventilado pode ser de até 700 ppm de CO₂ interior acima do valor da concentração externa (ABNT, 2023), a qual pode variar em áreas externas urbanas entre, aproximadamente, 400 ppm e 600 ppm (Silva *et al.*, 2022). Com isso, para a NBR 17037, a concentração CO₂, levando em consideração a literatura, pode ser variável entre 1100 ppm a 1300 ppm a depender da concentração externa mensurada.

Com esses valores de referência, pode-se verificar que as concentrações médias avaliadas nos ambientes monitorados do PA não ultrapassaram os valores de referência brasileiros. Os ambientes que apresentaram maiores concentrações médias interior de CO₂ foram o posto de enfermagem do repouso clínico e a sala de enfermagem do repouso clínico que, respectivamente, apresentaram as seguintes concentrações médias: 814,59 ppm e 807,24 ppm.

Contudo, ao se fazer uma análise mais aprofundada dos resultados apresentados nas semanas de monitoramento, pôde-se verificar que, na semana 5 de monitoramento, o posto de enfermagem do repouso clínico apresentou valores superiores ao recomendado tanto pela Anvisa quanto pela NBR 17037, de acordo o que está representado no Gráfico 2. Na semana 5 de monitoramento, é possível verificar que no posto de enfermagem do repouso clínico houve várias horas seguidas, do dia 17/07/2023 a 20/07/2023, com valores de concentrações médias por hora de CO₂ acima do recomendado, chegando ao pico de 1923,62 ppm às 21 h do dia 19/07/2023.

Gráfico 2 – Concentração de CO₂ por hora do posto de enfermagem do repouso clínico na semana 5



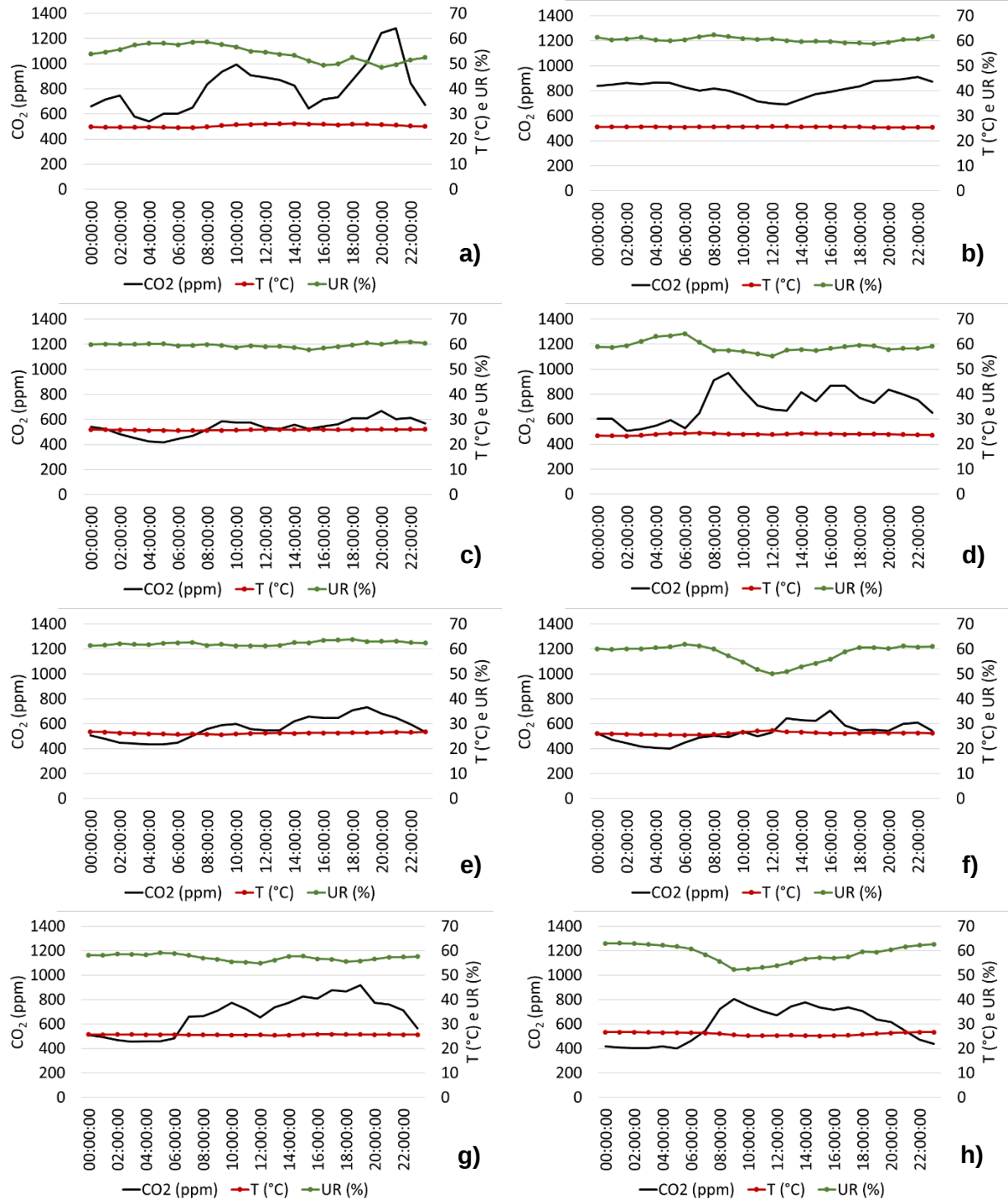
Fonte: A autora.

Nessa semana, o ambiente, que é ventilado/climatizado com ar-condicionado tipo split, foi somente ventilado com a ventilação mecânica do equipamento, permanecendo as janelas tanto da enfermaria quanto do posto de enfermagem e da sala de enfermagem fechadas. Com a abertura das janelas da enfermaria, no período da manhã do dia 20/07/2023 pelo acompanhante do paciente, e da abertura da janela da sala de enfermagem, houve a circulação de ar no ambiente monitorado (posto de enfermagem); sendo assim, houve uma renovação do ar interno com o ar externo.

Essas concentrações superiores medidas no ambiente monitorado, o qual é ocupado por pessoas, devem ser investigadas, já que segundo a NBR 17037 (ABNT, 2023, p.8), valores superiores ao recomendado tendem a provocar certa sonolência e redução de produtividade.

Como as medições ocorreram nos diferentes turnos de trabalho, foi possível verificar que no período do turno diurno houve um aumento nas concentrações médias por hora de CO₂ dos ambientes avaliados (Gráfico 3), as quais podem ter sido influenciadas pela atividade humana, já que as concentrações médias de CO₂ aumentaram nos horários em que há atividade humana intensa tanto no interior dos ambientes quanto exterior a esses (trânsito de veículos, comércio em funcionamento, circulação de pessoas, entre outros), porém o único ambiente que não apresentou essa característica foi o posto de enfermagem do repouso clínico, no qual o declínio da concentração média por hora de CO₂ ocorreu no período entre o final da manhã e início da tarde, conforme o Gráfico 3 (b). Nos demais ambientes, a partir das 7 h, houve um aumento da concentração média de CO₂, havendo um declínio no início da madrugada a partir da 1 h, com exceção da sala reunião administrativa que é ocupada até às 21 h o que faz o ambiente ter a concentração próxima a constante de 400 ppm durante o período noturno após ocupação, ou seja, desocupado.

Gráfico 3 – Concentração média por hora de CO₂ por ambiente avaliado em todo o período monitorado. a) Sala de enfermagem do repouso clínico; b) Posto de enfermagem do repouso clínico; c) Sala medicação pediatria; d) Sala de emergência; e) Recepção; f) Serviço social; g) Sala enfermeiros da regulação de vagas; h) Sala reunião administrativa.

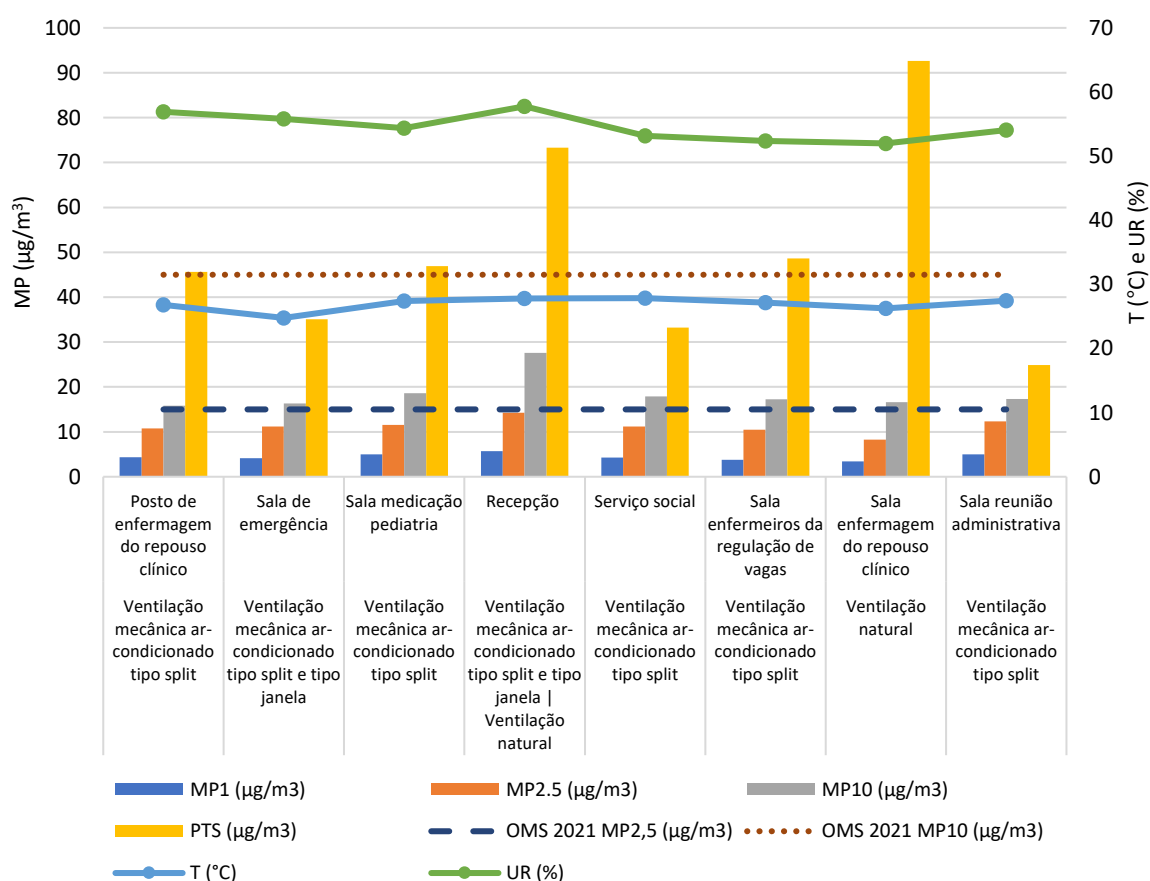


Fonte: A autora.

5.1.2 Material Particulado por ambiente monitorado

O material particulado (MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀ e PTS) foi avaliado no posto de enfermagem e sala de enfermagem do repouso clínico, sala de emergência, sala medicação pediatria, recepção, serviço social, sala enfermeiros da regulação de vagas e sala reunião administrativa em conjunto com os parâmetros ambientais temperatura do ar e umidade relativa do ar. As concentrações médias do MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀ e PTS por ambiente estão demonstradas no Gráfico 4. Os resultados mostram que as concentrações médias de MP₁ dos ambientes monitorados variaram entre 3,42 µg/m³ e 5,73 µg/m³, para MP_{2,5} variaram entre 8,25 µg/m³ e 14,28 µg/m³, para MP₁₀ variaram entre 15,81 µg/m³ e 27,61 µg/m³ e para PTS variaram entre 24,91 µg/m³ e 92,62 µg/m³.

Gráfico 4 – Concentração média de material particulado (MP) por ambiente avaliado



Fonte: A autora.

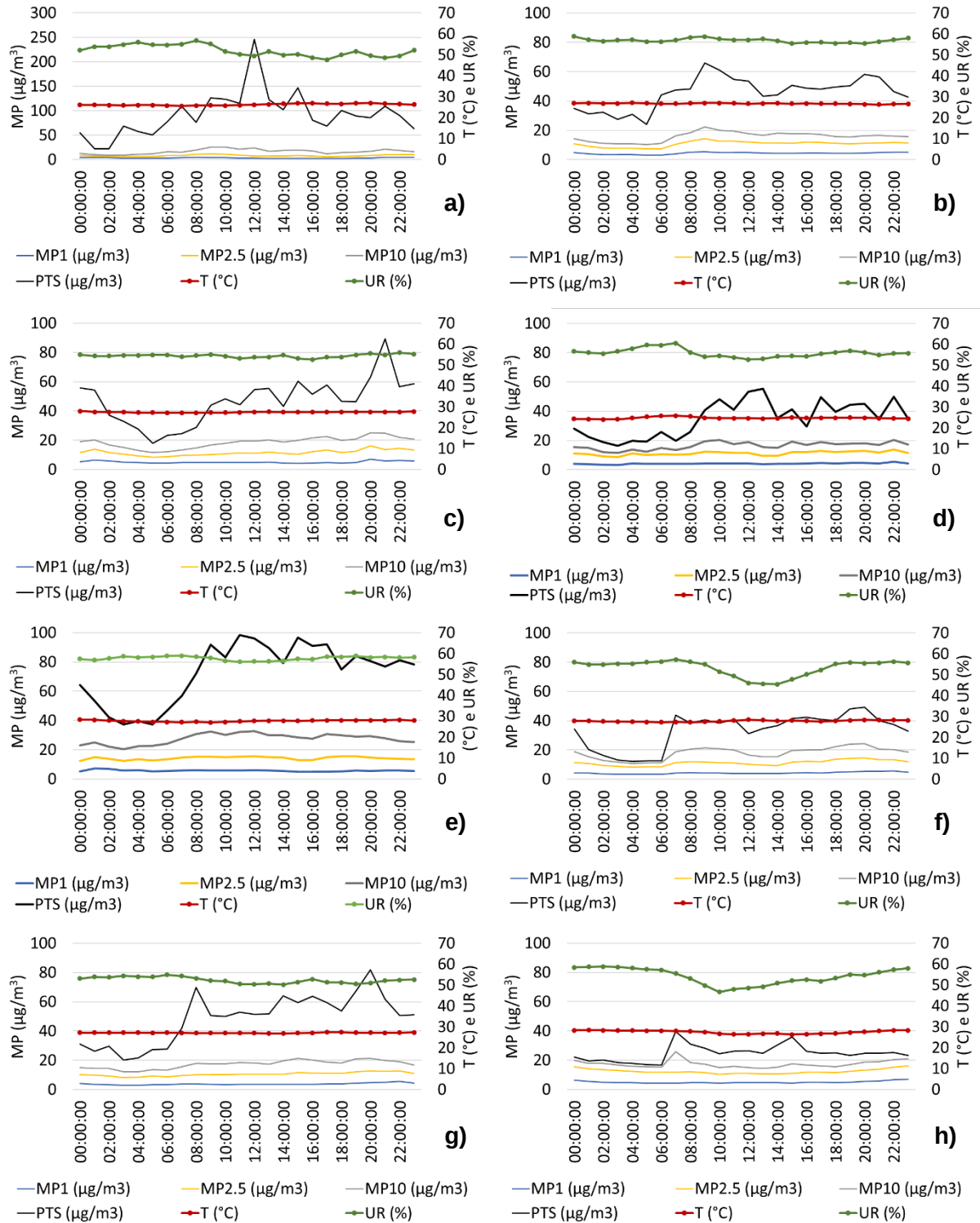
Os ambientes em que a ventilação natural era predominante no PA apresentaram níveis mais elevados de PTS e $MP_{2,5}$ em comparação aos ambientes com ventilação mecânica predominante. Na recepção, as concentrações médias apresentadas para as PTS foram de $73,27 \pm 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não ultrapassando o valor máximo recomendável da Anvisa na Resolução-RE nº 9/2003 que é de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aerodispersóides totais no ar (Brasil, 2003); para o MP_{10} foi de $27,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não ultrapassando os valores de orientação da OMS (WHO, 2021) e da NBR 17037 (ABNT, 2023) que são de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, e para o $MP_{2,5}$ foi de $14,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não ultrapassando os valores de orientação da OMS que é de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2021) e os da NBR 17037 que é de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ABNT, 2023). Na sala de enfermagem do repouso clínico, a concentração média das PTS foram de $92,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Essa característica também foi percebida no trabalho de Lomboy, *et al.* (2015), em que as áreas com ventilação natural apresentaram níveis de $MP_{2,5}$ mais elevados em comparação com as áreas com ventilação mecânica. As médias gerais das concentrações de $MP_{2,5}$ nos Departamentos de Pediatria foram de $32,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $28,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e Medicina foram de $30,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $24,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto na UTI Neonatal foram de $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e na UTI foram $23,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Todavia, quando a análise passa a ser da concentração média em 24 h do MP, conforme a OMS, a NBR 17037 e a Anvisa na Resolução-RE nº 9/2003, a recepção apresenta concentrações que ultrapassam os valores de recomendação máxima. Para a concentração média de $MP_{2,5}$ a recepção apresenta concentração média superior à da OMS, chegando a $21,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para as PTS, a recepção apresenta valores superiores ao da Anvisa, chegando a $84,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Somente para o MP_{10} a média das concentrações ficou abaixo do limite recomendável.

Quando a avaliação passa a ser a média horária, é possível verificar que no período diurno, assim como o CO_2 , houve um aumento nas concentrações médias de MP dos ambientes avaliados (Gráfico 5). Assim, como percebido neste trabalho, outros trabalhos mostraram que com o aumento da poluição do ar externa (emissões do tráfego de veículos, níveis variados da atividade e ocupação humana), podem ter influenciado no aumento dos níveis internos de MP resultante do aumento das taxas de ressuspensão de poeira (Lomboy, *et al.*, 2015; Heibati *et al.*, 2021).

Gráfico 5 - Concentração média por hora de MP por ambiente avaliado em todo o período monitorado. a) Sala de enfermagem do repouso clínico; b) Posto de enfermagem do repouso clínico; c) Sala medicação pediatria; d) Sala de emergência; e) Recepção; f) Serviço social; g) Sala enfermeiros da regulação de vagas; h) Sala reunião administrativa.



Fonte: A autora.

Provavelmente, durante o período diurno, as concentrações elevadas internas de MP estão relacionadas à ressuspensão desses particulados em função das atividades internas de ocupação desses espaços, como pode ser observado nas razões interior/exterior (I/E) no Gráfico 6 e na Tabela 8, em que se observa correlação positiva razoável a moderada e estatisticamente significativa entre as PTS e a hora em todos os ambientes monitorados. Houve correlação moderada positiva nos ambientes do primeiro pavimento (sala de emergência, recepção, sala enfermeiros da regulação de vagas) e do segundo pavimento (serviço social) voltados para as vias de maior fluxo de veículos e de comércio; já a correlação positiva razoável ocorreu nos ambientes que ficam mais distantes da via de circulação de veículos e do fluxo do comércio, como a sala de medicação pediatria, em que não há janela voltada para o exterior da edificação e distante da rua, e nos ambientes que ficam em pavimentos mais altos da edificação como a sala reunião administrativa, posto de enfermagem e sala de enfermagem do repouso clínico que ficam no terceiro pavimento.

As razões I/E do $MP_{2,5}$ e do MP_{10} foram calculadas utilizando as concentrações internas medidas nos ambientes do PA, dividindo com os valores das concentrações externas medidas pela estação de monitoramento. As razões I/E do $MP_{2,5}$ e do MP_{10} dos ambientes do PA são mostradas no Gráfico 6. A maior razão I/E do $MP_{2,5}$ foi de 1,87 na sala de emergência e a menor razão foi de 0,17 na sala de enfermeiros da regulação de vagas. Já para o MP_{10} , a maior razão I/E foi de 1,86 na recepção e a menor razão foi de 0,28 na sala de enfermeiros da regulação de vagas.

Nos ambientes em que as razões I/E foram maiores do que 1 ($I/E > 1$), as concentrações médias interiores foram maiores do que as exteriores, indicando uma possível presença de poluentes internos com origem no próprio ambiente interior. Em contrapartida, quando as proporções de I/E forem menores do que 1 ($I/E < 1$) entre as taxas médias de MP indica que, provavelmente, a principal fonte de MP interno são as fontes de MP externas. Essa relação maior do que 1 ($I/E > 1$) indica acúmulo de MP e, possivelmente, ressuspensão de MP como resultado de ventilação insuficiente e atividades humanas (Lomboy *et al.*, 2015; Heibati *et al.*, 2021). Posto isso, os ambientes em que todas as razões foram menores do que 1 ($I/E < 1$) são a sala de enfermeiro da regulação de vagas e a sala de enfermagem do repouso clínico, indicando, provavelmente, que os poluentes internos resultam de fontes externas.

A razão média I/E do PA para $MP_{2,5}$ foi de 1,02 e para o MP_{10} foi de 0,78. Por ambiente, houve as seguintes relações médias para $MP_{2,5}$ e MP_{10} , respectivamente:

posto de enfermagem do repouso clínico, 0,91 e 0,57; sala de emergência, 1,60 e 0,67; sala medicação pediatria, 1,08 e 0,85; recepção, 1,37 e 1,38; serviço social, 1,07 e 0,95; sala enfermeiros da regulação de vagas, 0,35 e 0,54; sala enfermagem do repouso clínico, 0,71 e 0,63; e sala reunião administrativa, 1,07 e 0,62. Assim, o ambiente que se destaca é a recepção, pela taxa I/E ser maior do que 1 para o $MP_{2,5}$, bem como para o MP_{10} .

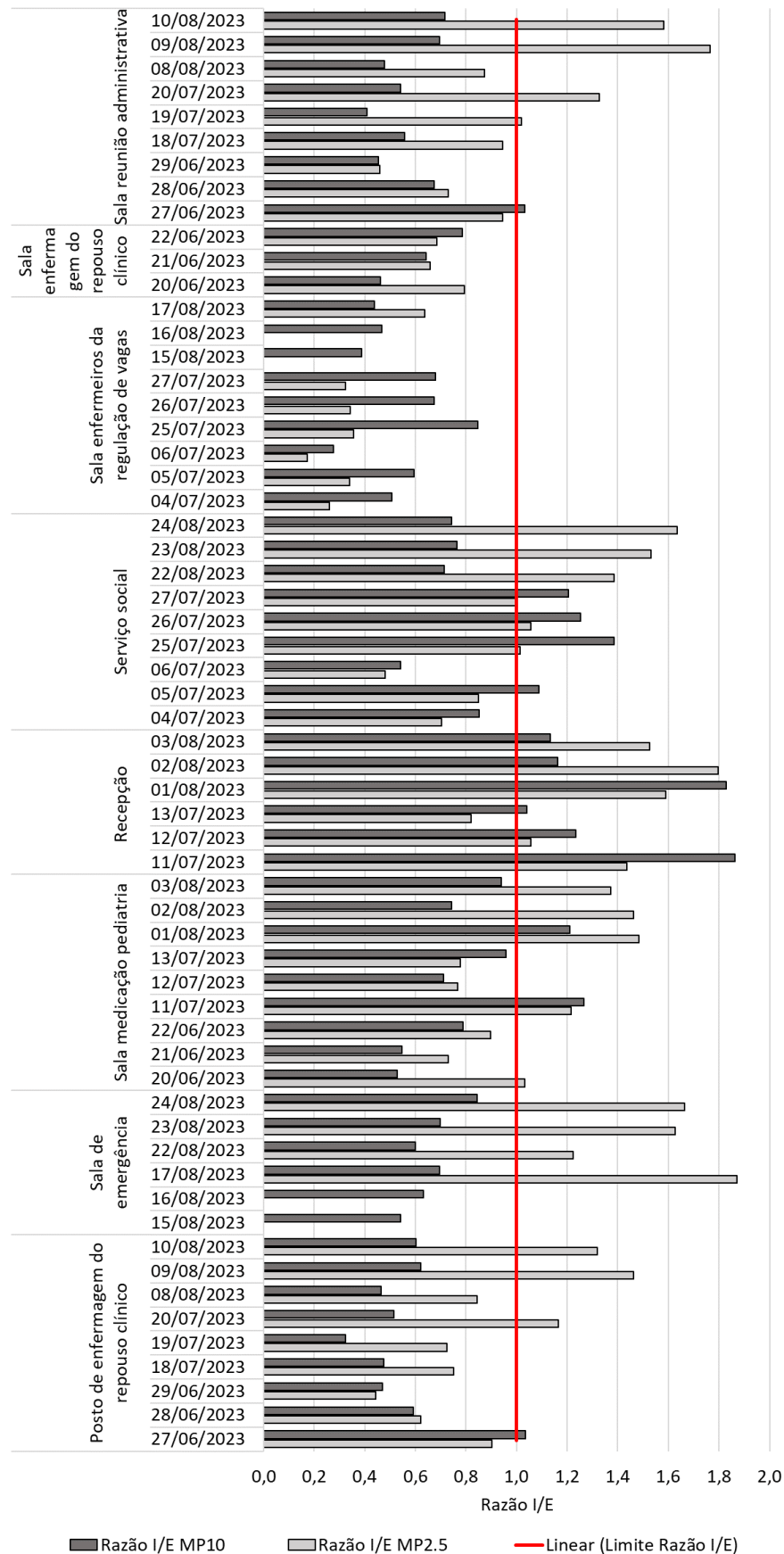
Observa-se, então, que os ambientes que apresentaram a taxa $I/E > 1$ (sala de emergência, sala medicação pediatria, recepção, serviço social e sala reunião administrativa) são independentes em relação à forma de exposição aos poluentes atmosféricos dos trabalhadores da saúde, pois o ambiente pode ter, ou não, a presença de pacientes e suas atividades podem ser desenvolvidas com ou sem contato com pacientes. Embora não haja essa preocupação na literatura, é um ponto a ser levado em consideração no momento de se mensurar a exposição de poluentes do ar interior ($MP_{2,5}$ e MP_{10}) desses trabalhadores da saúde.

Tabela 8 – Correlação de *Spearman* entre o material particulado (MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀ e PTS) e a hora em cada ambiente monitorado.

Correlação Spearman		Hora					
		MP1	MP2.5	MP10	PTS	Temperatura	UR
Sala de enfermagem do repouso clínico	r	-0.035	0.125	.267	.246	.388	-.355
	p	0.735	0.222	0.008	0.015	<0.001	<0.001
	N	97	97	97	97	97	97
Sala medicação pediatria	r	0.024	.155	.338	.383	.127	0.021
	p	0.680	0.008	<0.001	<0.001	0.030	0.726
	N	294	294	294	294	294	294
Sala reunião administrativa	r	.183	.149	.142	.228	-0.050	-0.073
	p	0.002	0.011	0.015	<0.001	0.396	0.214
	N	294	294	294	294	294	294
Posto de enfermagem do repouso clínico	r	.228	.211	.213	.234	-0.003	-0.100
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.963	0.088
	N	293	293	293	293	293	293
Serviço social	r	.374	.381	.383	.460	.209	-0.032
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.592
	N	291	291	291	291	291	291
Sala enfermeiros da regulação de vagas	r	.415	.389	.389	.453	0.081	-.163
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.167	0.005
	N	291	291	291	291	291	291
Recepção	r	-0.070	0.023	.196	.467	.155	-0.046
	p	0.330	0.744	0.006	<0.001	0.029	0.519
	N	198	198	198	198	198	198
Sala de emergência	r	.289	.295	.317	.413	0.031	-0.132
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.671	0.065
	N	196	196	196	196	196	196

N – Número de amostras

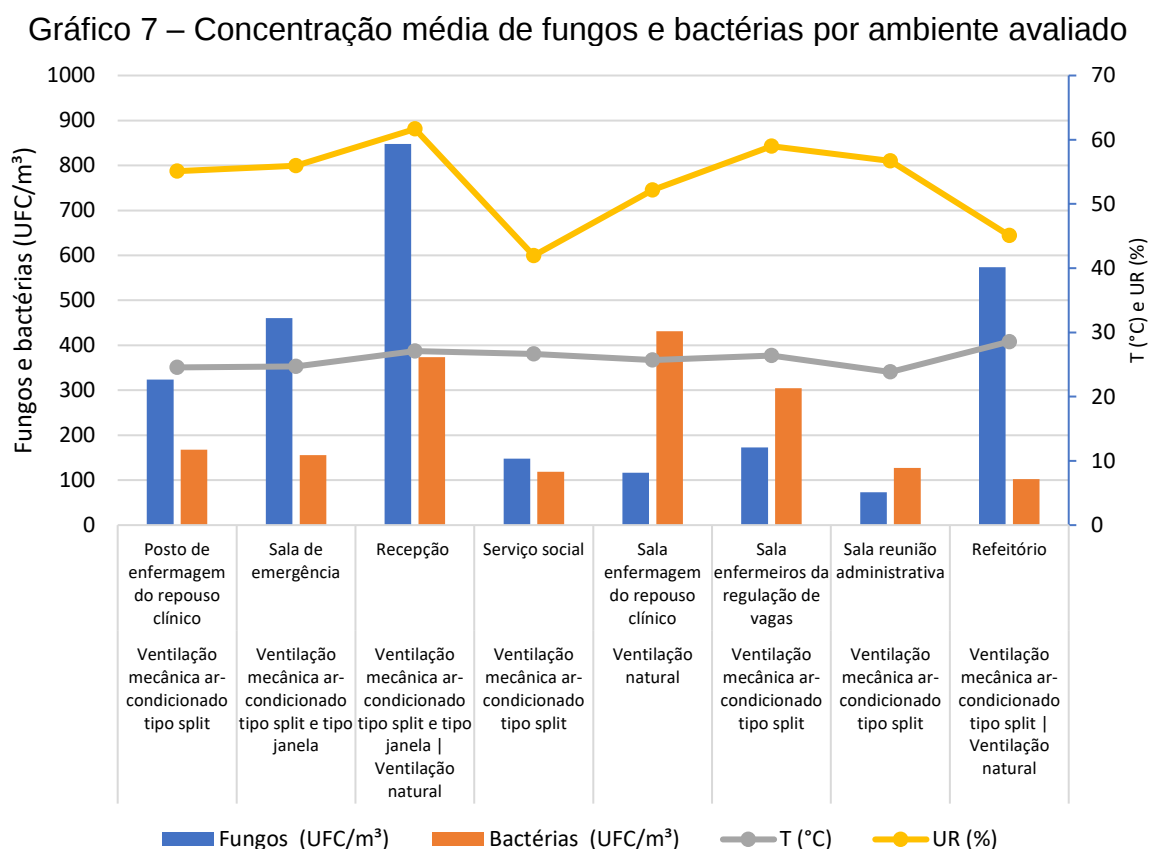
Fonte: A autora.

Gráfico 6 – Razão I/E de MP_{2,5} e MP₁₀ para ambientes monitorados do PA

Fonte: A autora.

5.1.3 Bioaerossóis por ambiente monitorado

As concentrações dos bioaerossóis fúngicos e bacterianos, temperatura do ar e umidade relativa do ar estão apresentados no Gráfico 7. Esses poluentes microbiológicos, em conjunto com os parâmetros ambientais, foram avaliados no posto de enfermagem e sala de enfermagem do repouso clínico, na sala de emergência, na recepção, no serviço social, na sala enfermeiros da regulação de vagas, na sala reunião administrativa e no refeitório. Durante as coletas, a temperatura média do ar variou entre 23,84 °C e 28,57 °C e a umidade relativa do ar média variou entre 41,95 % e 61,67 %. A maior concentração média dos bioaerossóis fúngicos foi registrada na recepção com 848,06 UFC/m³ e a menor concentração média foi de 73,03 UFC/m³ na sala reunião administrativa. Para os bioaerossóis bacterianos, a maior concentração média foi registrada na sala de enfermagem do repouso clínico com 431,10 UFC/m³ e a menor concentração média foi de 102,47 UFC/m³ no refeitório.



Fonte: A autora.

Na Tabela 9, verifica-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os ambientes analisados para a presença de fungos, bactérias e temperatura. Destaca-se pelo teste *post-hoc* que a sala reunião administrativa apresentou mediana inferior de fungos (91,87 UFC/m³) quando comparada a recepção (833,92 UFC/m³) ($p < 0.001$) e o serviço social apresentou mediana inferior para a concentração de bactérias (113,07 UFC/m³) em comparação com a sala de enfermagem do repouso clínico (420,49 UFC/m³) ($p < 0.001$).

Tabela 9 – Teste de *post-hoc* Dunn para as concentrações fúngicas e bacterianas dos ambientes avaliados

Variáveis		Grupos								p*	p(post-hoc)
		Sala enfermagem do repouso clínico	Sala reunião administrativa	Posto de enfermagem do repouso clínico	Serviço social	Sala enfermeiros da regulação de vagas	Recepção	Sala de emergência	Refeitório		
		a	b	c	d	e	f	g	h		
Fungos Interior (UFC/m ³)	Mín.	21.20	28.27	56.54	56.54	49.47	621.91	254.42	120.14		
	P25	35.34	49.47	77.74	63.60	70.67	678.45	318.02	134.28		b ≠ g
	M _d	88.34	91.87	268.55	134.28	148.41	833.92	491.17	561.84	<0.001	b ≠ f
	P75	162.54	98.94	579.51	233.22	226.15	961.13	537.10	1017.67		a ≠ f
	Máx	303.89	106.01	692.58	296.82	395.76	1159.01	671.38	1045.94		c ≠ f
Temperatura (°C)	Mín.	24.97	20.96	23.42	26.05	25.52	27.03	24.24	25.00		
	P25	25.04	20.99	23.57	26.10	25.55	27.03	24.25	25.10		f ≠ g
	M _d	25.63	23.39	24.95	26.76	26.70	27.10	24.65	28.80	<0.001	c ≠ g
	P75	26.12	27.01	25.58	27.26	26.87	27.18	25.06	31.80		b ≠ f
	Máx	26.15	27.06	25.86	27.89	26.91	27.28	25.12	32.60		
Bactérias Interior (UFC/m ³)	Mín.	346.29	35.34	42.40	35.34	84.81	120.14	70.67	14.13		
	P25	367.49	77.74	84.81	63.60	247.35	134.28	84.81	14.13		a ≠ h
	M _d	420.49	120.14	162.54	113.07	282.69	286.22	155.48	45.94	<0.001	a ≠ d
	P75	501.77	183.75	204.95	169.61	395.76	650.18	226.15	183.75		a ≠ b
	Máx	530.04	254.42	325.09	254.42	537.10	763.25	240.28	310.95		
Temperatura (°C)	Mín.	25.35	20.88	23.23	25.92	25.56	26.96	24.30	25.00		c ≠ e
	P25	25.44	21.05	23.62	26.03	25.63	27.04	24.32	25.10		c ≠ d
	M _d	25.80	23.62	24.77	26.60	26.75	27.05	24.74	28.55	<0.001	c ≠ f
	P75	26.14	27.03	24.84	26.81	26.89	27.05	25.17	31.30		f ≠ g
	Máx	26.14	27.06	25.14	27.09	26.92	27.07	25.30	32.20		b ≠ f

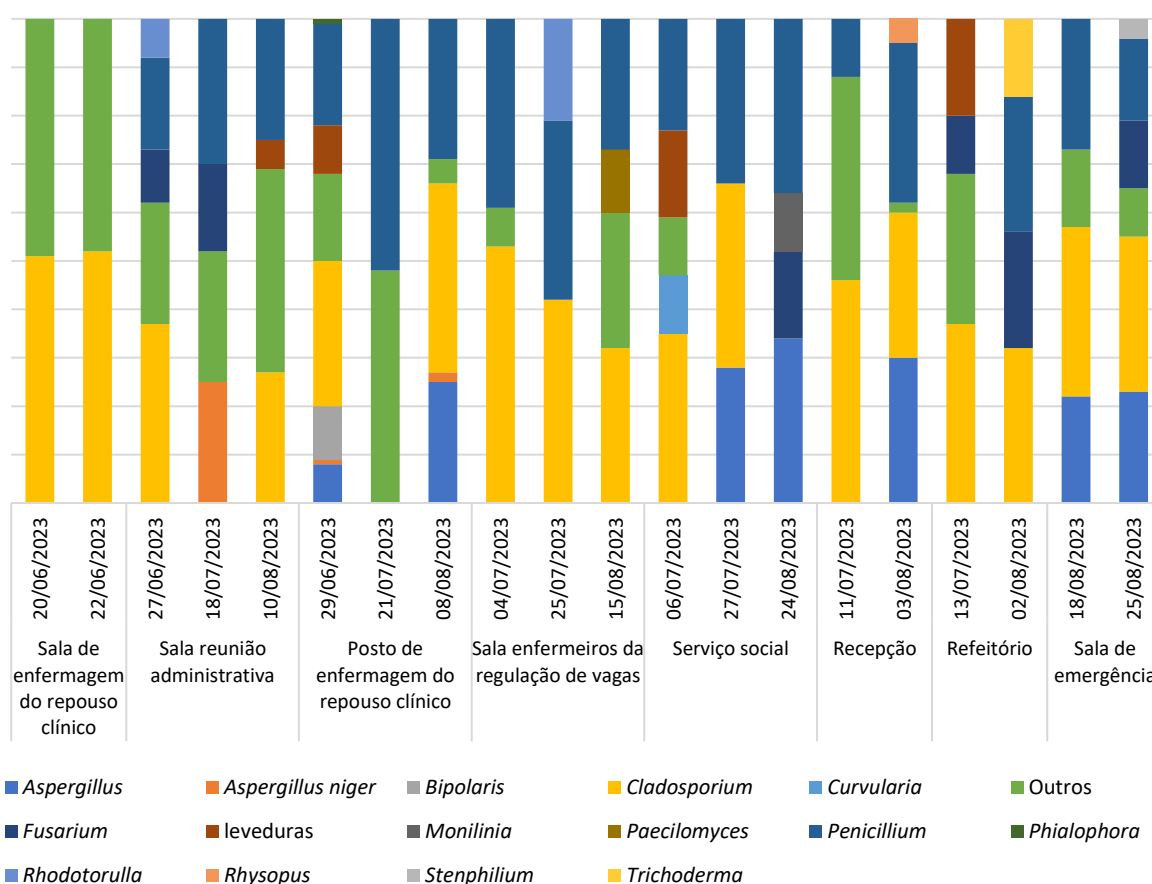
* Teste de Kruskal-Wallis

Fonte: A autora.

A NBR 17037 tem como valor referencial para contagem total de bactérias no ar de 500 UFC/m³ (ABNT, 2023). Tendo esse valor como referência, nenhum ambiente avaliado extrapolou o valor estabelecido pela norma técnica. Já para a contagem total dos fungos, o valor de referência que a norma técnica e a resolução da Anvisa têm é de 750 UFC/m³ (ABNT, 2023; Brasil, 2003), com isso o único ambiente que extrapolou esse valor de referência foi a recepção com 848,06 UFC/m³, ambiente com presença de paciente, mas o trabalhador da saúde desenvolve suas atividades sem o contato com o paciente.

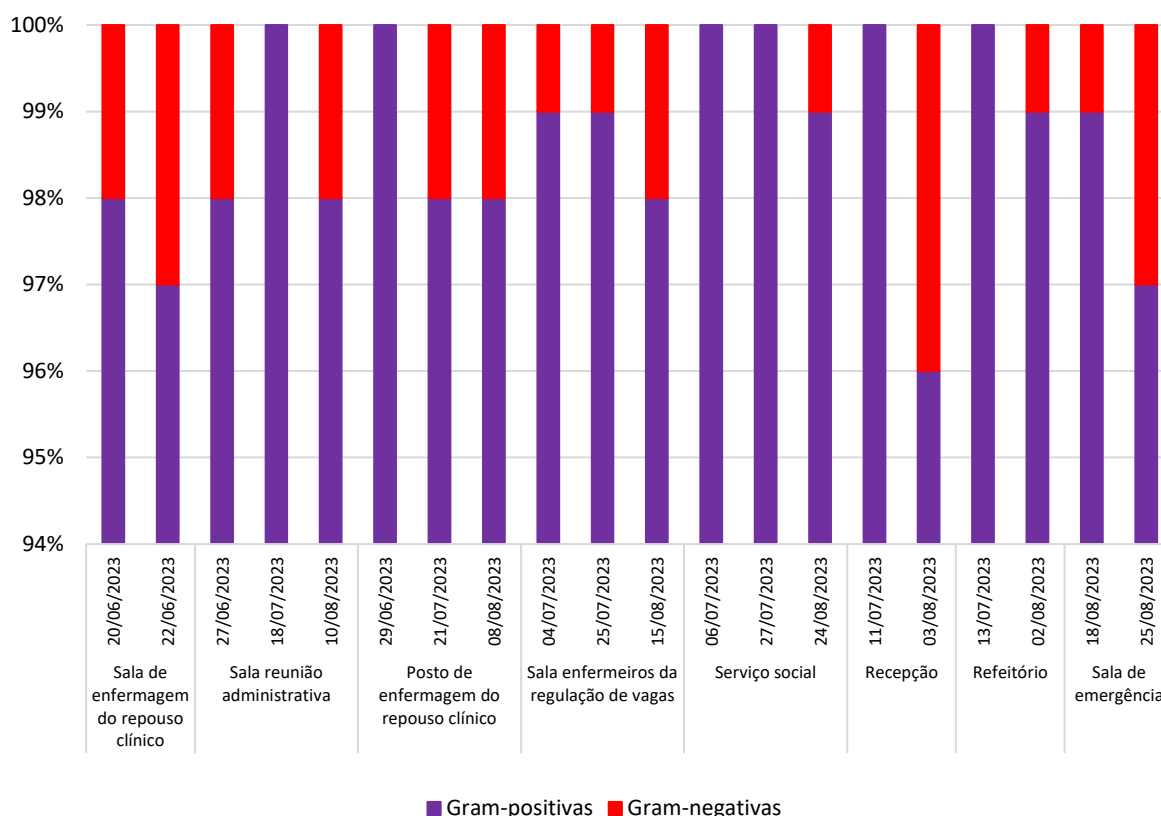
Nos ambientes internos avaliados, os gêneros fúngicos predominantes foram *Cladosporium* e *Penicillium*, como pode ser observado no Gráfico 8. Para as bactérias, foram predominantes as espécies gram-positivas, com a proporção superior a 96% em todos os ambientes avaliados (Gráfico 9).

Gráfico 8 – Identificação das espécies fúngicas por ambiente avaliado



Fonte: A autora.

Gráfico 9 – Proporção de identificação das espécies bacterianas



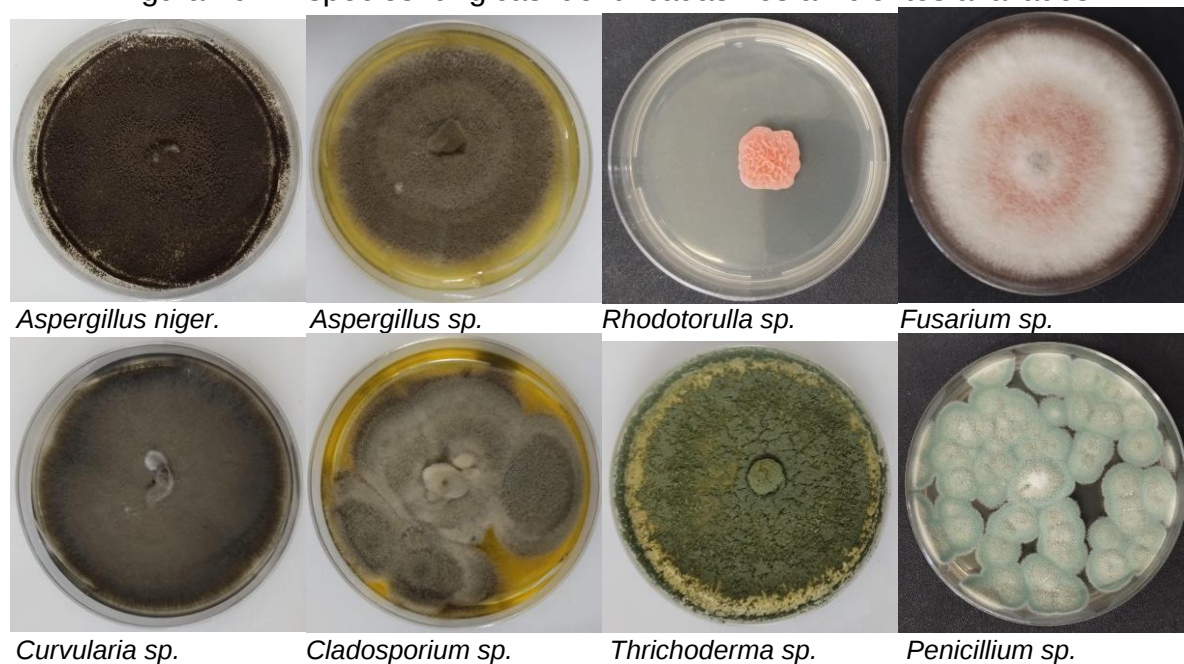
Fonte: A autora.

Em relação às espécies identificadas, ao se fazer a análise dos fungos de forma isolada, pode-se destacar: *Aspergillus niger.*, *Aspergillus sp.*, *Rhodotorulla sp.*, *Fusarium sp.*, *Curvularia sp.*, *Cladosporium sp.*, *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.* (Figura 29). Entre esses fungos, o *Rhodotorulla sp.* é um dos fungos de interesse hospitalar, pois esse gênero fúngico é capaz de causar infecções oportunistas em pacientes que podem desenvolver graves enfermidades, como meningite e endocardite (Andrade Júnior; Cruz; Oliveira Filho, 2019). Contudo, esse fungo foi identificado na sala de reunião administrativa e na sala enfermeiros da regulação de vagas, ambientes com ausência de paciente e os trabalhadores da saúde desenvolvem suas atividades sem contato com paciente.

As razões I/E dos bioaerossóis foram calculadas tanto para fungos quanto para bactérias, utilizando as concentrações médias internas coletadas nos ambientes interiores do PA, dividindo-se com os valores das concentrações médias externas coletas no ambiente exterior a edificação. As razões I/E de fungos e de bactérias são mostradas no Gráfico 10.

Nos padrões de referência brasileiro, tanto para a NBR 17037 quanto para a resolução da Anvisa, a relação I/E para fungos é $\leq 1,5$ (ABNT, 2023; Brasil, 2003). Todavia, estudos internacionais utilizam a razão I/E ≤ 1 . Assim como o MP, caso a proporção seja maior do que 1 (I/E > 1) sugere que as fontes dos bioaerossóis se originam predominantemente de fontes internas e se a proporção for menor do que 1 (I/E < 1) sugere que as fontes dos bioaerossóis são externas (Montazeri, *et al.* 2020; Ye *et al.*, 2021). Dessa forma, os únicos ambientes em que é sugerido que as fontes dos bioaerossóis, tanto fúngicos quanto bacterianos, tenham origem externa são o serviço social e a sala reunião administrativa. Para os demais ambientes pelo menos um dos bioaerossóis tem fonte de origem interior.

Figura 29 – Espécies fúngicas identificadas nos ambientes avaliados



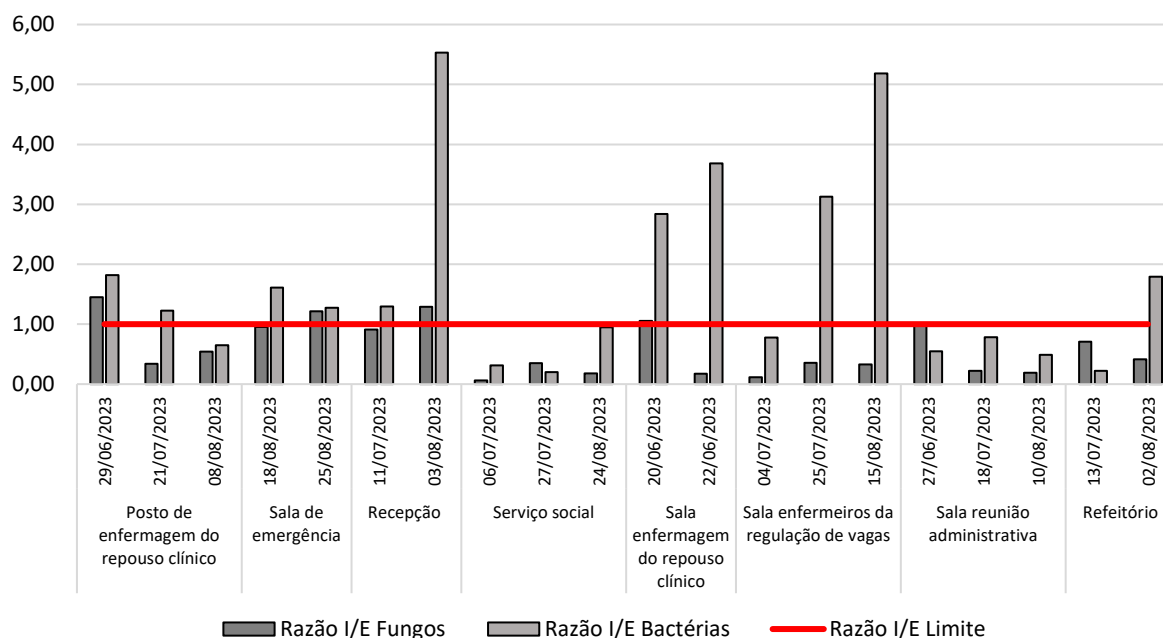
Fonte: A autora.

A maior razão I/E de fungos foi de 1,45 no posto de enfermagem do repouso clínico e a menor razão foi de 0,06 no serviço social. Já para as bactérias, a maior razão I/E foi de 5,53 na recepção e a menor razão foi de 0,20 no serviço social. Os ambientes que apresentaram a razão I/E para o poluente bacteriano muito superior a 1 (I/E > 1) foram a recepção, a sala de enfermagem do repouso clínico e a sala de enfermeiros da regulação de vagas. Segundo o estudo de Ye *et al.* (2021), há duas possíveis explicações para as altas taxas das razões I/E para bactérias e para as baixas taxas dessa proporção para fungos. Nesse estudo, os pesquisadores afirmam

que, primeiramente, os ocupantes contribuem mais com as bactérias do que com os fungos e, em segundo lugar, o tamanho das partículas influenciam nessa proporção, pois os fungos são relativamente grandes, em comparação com as bactérias, fazendo com que os fungos tenham uma maior velocidade de sedimentação gravitacional, o que reduz a concentração de fungos no ar nos ambientes interiores (Ye *et al.*, 2021).

Com isso, a razão média I/E do PA para fungos foi de 0,61 e para bactérias foi de 1,60. Por ambiente, houve as seguintes proporções médias para fungos e bactérias, respectivamente: posto de enfermagem do repouso clínico, 0,85 e 1,12; sala de emergência, 0,98 e 1,50; recepção, 1,03 e 3,48; serviço social, 0,16 e 0,41; sala enfermeiros da regulação de vagas, 0,28 e 1,53; sala enfermagem do repouso clínico, 0,59 e 3,18; sala reunião administrativa, 0,32 e 0,55; e refeitório, 0,65 e 0,99. Logo, o ambiente que se destaca é a recepção, pela taxa I/E ser maior do que 1 para fungos, bem como para bactérias. A recepção apresenta um grande fluxo de pessoas, pois tanto pacientes, acompanhantes e visitantes passam por esse ambiente o que fez, conforme este trabalho e outros autores, apresentar uma razão I/E elevada.

Gráfico 10 – Razão I/E de fungos e bactérias por ambiente monitorado no PA



Fonte: A autora.

A concentração de MP no ar pode estar correlacionada com as concentrações de bioaerossóis (Mousavi *et al.*, 2019). Com isso, neste estudo, foi feita a correlação entre as variáveis quantitativas entre o material particulado (MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀) com

as concentrações fúngicas e bacterianas. Diante disso, na Tabela 10, é possível verificar que houve correlação razoável positiva e estatisticamente significativa entre as concentrações de MP₁ e fungos interior ($r = 0.399$; $p = 0.036$), houve correlação forte positiva e estatisticamente significativa entre as concentrações de MP_{2,5} e fungos interior ($r = 0.676$; $p < 0.001$) e houve correlação positiva moderada e estatisticamente significativa entre as concentrações de MP₁₀ e fungos interior ($r = 0.537$; $p = 0.003$). Ainda é possível verificar que somente para as concentrações de MP₁₀ houve correlação moderada positiva e estatisticamente significativa entre esse material particulado e as concentrações das bactérias interior ($r = 0.545$; $p = 0.003$).

Isso significa, conforme aumentam as concentrações de MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀, aumentam as concentrações de fungos interior no ar, e conforme aumentam as concentrações de MP₁₀, aumentam as concentrações de bactérias interior no ar. Dessa maneira, fazer o devido controle do MP no ar poderá trazer um controle de infecções e doenças ocupacionais em ambientes de edifícios de saúde, já que a concentração de MP pode estar correlacionada com as concentrações de bioaerossóis como este trabalho sugeriu.

Tabela 10 – Correlação de *Spearman* entre material particulado (MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀) e microbiológico (fungos e bactérias)

Correlação Spearman		Fungos interior	Fungos exterior	Bactérias interior	Bactérias exterior
MP ₁	r	.399	0.240	-0.324	0.020
	p	0.036	0.218	0.093	0.921
	N	28	28	28	28
MP _{2,5}	r	.676	.564	0.055	0.024
	p	<0.001	0.002	0.780	0.903
	N	28	28	28	28
MP ₁₀	r	.537	.487	.545	0.008
	p	0.003	0.009	0.003	0.966
	N	28	28	28	28

N – Número de amostras

Fonte: A autora.

5.2 AVALIAÇÃO DA QAI E O BEM-ESTAR DO TRABALHADOR DA SAÚDE

A avaliação da QAI e o bem-estar do trabalhador da saúde foi feita a partir do cálculo de exposição à poluição do ar interior para material particulado ($MP_{2,5}$ e MP_{10}) e bioaerossóis (fungos e bactérias) para uma jornada de trabalho de 12 h diárias com o resultado da razão I/E (I/O)_j para cada ambiente monitorado. Quanto a avaliação da percepção desses trabalhadores sobre a QAI, foi utilizada como ferramenta o questionário ocupacional *MM040 NA Hospital - Indoor Climate in Hospital/Health Care Establishment*, Modelo Örebro.

5.2.1 Exposição à poluição do ar interior

A exposição média diária à poluição do ar interior dos trabalhadores da saúde está apresentada na Tabela 11, e foi dividida em exposição a poluentes microbiológicos (fungos e bactérias) e material particulado ($MP_{2,5}$ e MP_{10}). Para os poluentes microbiológicos fúngicos, o ambiente que apresentou a maior concentração média diária para os fungos transportados pelo ar foi a recepção com 10512,49 (UFC/m³).h, já a menor exposição, foi o serviço social com 276,15 (UFC/m³).h, seguida pela sala reunião administrativa com 276,27 (UFC/m³).h. Na recepção, era predominante a ventilação mecânica do ar-condicionado tipo split e tipo janela e a ventilação natural permanente com a porta principal da edificação aberta 24 h, e, além de janelas abertas com orientação Norte e Sudeste, nesse ambiente também havia fluxo intenso de pessoas. No serviço social e na sala reunião administrativa eram predominantes a ventilação mecânica do ar-condicionado tipo split e fluxo restrito de pessoas.

Em relação aos poluentes microbiológicos bacterianos, o ambiente que apresentou a maior concentração média diária para as bactérias transportadas pelo ar foi a sala de enfermagem do repouso clínico com 16464,10 (UFC/m³).h, seguido pelo ambiente recepção com a concentração média diária de 15608,12 (UFC/m³).h. A menor exposição às bactérias foi na sala do serviço social com 583,83 (UFC/m³).h. A sala de enfermagem do repouso clínico apresentava somente ventilação natural com janela com orientação Leste voltada para o fosso de ventilação e com porta permanentemente aberta para o posto de enfermagem do repouso clínico.

Em relação ao material particulado, o ambiente que apresentou as maiores concentrações médias diárias, tanto para o $MP_{2,5}$ quanto para o MP_{10} , foi a recepção. Para o $MP_{2,5}$, o resultado foi de 234,88 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h e para o MP_{10} foi de 456,27 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h. A menor concentração média diária foi 43,83 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h para o $MP_{2,5}$ na sala enfermeiros da regulação de vagas e 107,43 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h para o MP_{10} no posto de enfermagem do repouso clínico.

A partir dos cálculos realizados, o PA da Praia do Suá apresentou como média para o poluente microbiológico fúngico 3208,93 (UFC/ m^3).h; para o poluente microbiológico bacteriano a edificação apresentou como média 5672,23 (UFC/ m^3).h. Para o $MP_{2,5}$ a média foi 141,88 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h e MP_{10} foi 181,86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h.

Portanto, essas médias foram utilizadas como parâmetros comparativos para classificar se no ambiente há uma grande concentração de poluentes e, consequentemente, se os ocupantes desses microambientes estavam expostos a uma elevada poluição do ar interior. Posto isso, pode-se verificar que os ocupantes dos ambientes posto de enfermagem do repouso clínico, sala de emergência, recepção e refeitório estavam expostos a uma elevada concentração de poluentes microbiológicos fúngicos. E os ocupantes dos ambientes recepção e sala de enfermagem do repouso clínico estavam expostos a uma elevada concentração de poluentes microbiológicos bacterianos.

Em relação ao $MP_{2,5}$, os ocupantes da sala de emergência, sala medicação pediatria, recepção, serviço social e sala reunião administrativa estavam expostos a uma concentração média superior à média do PA. Para o MP_{10} , os ocupantes da sala de emergência, sala medicação pediatria, recepção e serviço social estavam expostos a uma concentração média superior à média do PA.

Nota-se que os ambientes que apresentaram médias expressivas de exposição à poluição do ar interior nem a forma de ventilação nem a ocupação do microambiente influenciaram nos resultados, pois, independentemente da forma de ventilação e ocupação, os ambientes apresentaram resultados elevados em comparação com a média do PA da Praia do Suá.

Tabela 11 – Síntese dos resultados do cálculo de exposição E_j à poluição do ar interior (microbiológica e material particulado) por ambiente avaliado

Ambiente (microambiente)	Microbiológico				E_j Fungos (UFC/m ³).h	E_j Bactérias (UFC/m ³).h
	Fungos UFC/m ³	Bactérias UFC/m ³	Fungos Razão I/E (I/O) _j	Bactérias Razão I/E (I/O) _j		
Posto de enfermagem do repouso clínico	323,52	168,04	0,85	1,12	3291,10	2259,31
Sala de emergência	460,54	155,48	0,98	1,50	5423,85	2798,59
Recepção	848,06	373,38	1,03	3,48	10512,49	15608,12
Serviço social	147,62	118,57	0,16	0,41	276,15	583,83
Sala enfermagem do repouso clínico	116,61	431,10	0,59	3,18	830,52	16464,10
Sala enfermeiros da regulação de vagas	172,75	304,67	0,28	1,53	585,45	5604,16
Sala reunião administrativa	73,03	127,21	0,32	0,55	276,27	844,00
Refeitório	573,62	102,47	0,65	0,99	4475,58	1215,71
Ambiente (microambiente)	Material particulado				E_j MP _{2,5} (µg/m ³).h	E_j MP ₁₀ (µg/m ³).h
	MP _{2,5} (µg/m ³)	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2,5} Razão I/E (I/O) _j	MP ₁₀ Razão I/E (I/O) _j		
Posto de enfermagem do repouso clínico	10,77	15,81	0,91	0,57	118,20	107,43
Sala de emergência	11,21	16,35	1,60	0,67	214,82	131,13
Sala medicação pediatria	11,55	18,58	1,08	0,85	149,99	190,47
Recepção	14,28	27,61	1,37	1,38	234,88	456,27
Serviço social	11,18	17,89	1,07	0,95	143,99	203,89
Sala enfermagem do repouso clínico	8,25	16,61	0,71	0,63	70,54	125,45
Sala enfermeiros da regulação de vagas	10,51	17,26	0,35	0,54	43,83	112,05
Sala reunião administrativa	12,36	17,32	1,07	0,62	158,82	128,22

Fonte: A autora.

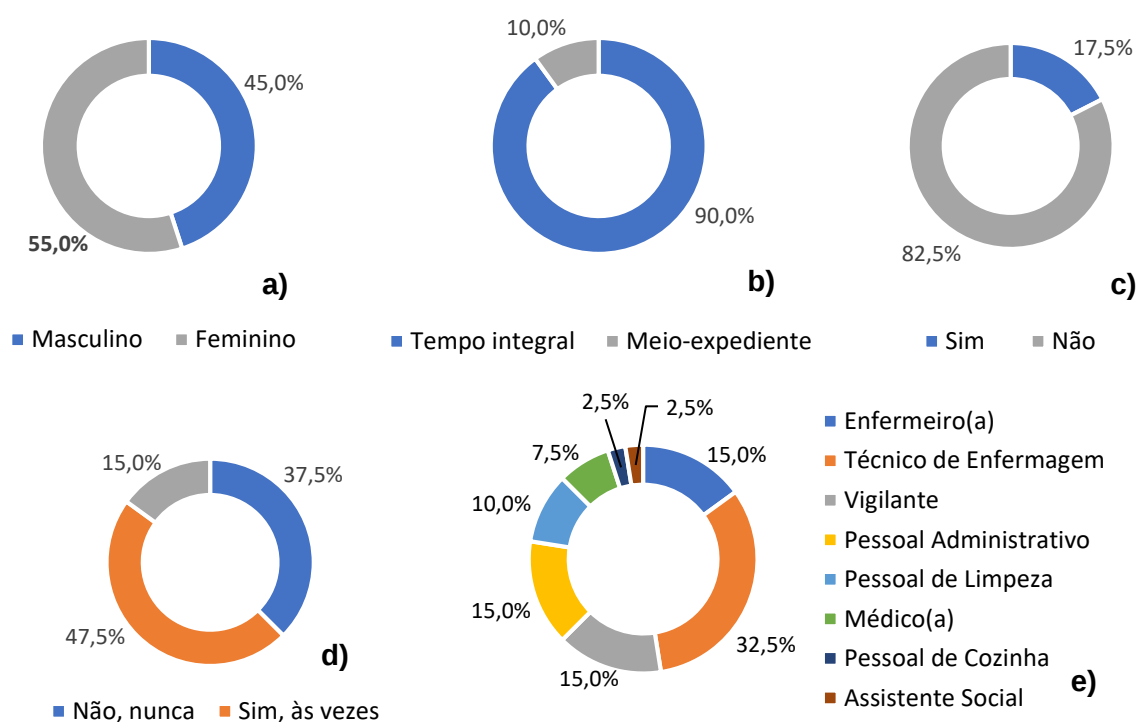
5.2.2 Respostas questionário MM040 NA Hospital

Um total de 315 trabalhadores da saúde, entre trabalhadores da saúde próprios do PA da Praia do Suá e prestadores de serviço, foi convidado a participar do estudo. Desse total, 40 trabalhadores da saúde responderam ao questionário ocupacional. No Gráfico 11, é apresentada a caracterização (perfil sociodemográfico) dos respondentes do PA, a amostra de trabalhadores da saúde respondente incluiu 55,0 % pessoas do sexo feminino e 45,0 % do sexo masculino, com idade média de 46 anos — sendo 12,5 % até 35 anos, 47,5 % de 36 a 50 anos e 40,0 % de 51 anos até

66 anos. A maioria trabalhava como Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem (32,5 %), as demais categorias profissionais foram Enfermeiro(a) (15,5 %), Vigilante (15 %), Pessoal administrativo (15 %), Pessoal de limpeza (10 %), Médico(a) (7,5 %), Pessoal de cozinha (2,5 %) e Assistente Social (2,5 %). A jornada de trabalho para 90 % deles era superior a 30 h semanais. Em relação ao trabalho noturno, 47,5 % “sim, às vezes” trabalha à noite, 37,5 % “não, nunca” trabalha à noite e 15,0 % “sim, sempre” trabalha à noite. E, 17,5 % declararam ser fumantes.

Gráfico 11 – Caracterização (perfil sociodemográfico) dos trabalhadores da saúde.

a) Sexo; b) Jornada de trabalho; c) Fuma; d) Trabalha à noite; e) Categoria de pessoal



Fonte: A autora.

Esses resultados são amparados com os que já foram apresentados na pesquisa da Fiocruz "Os trabalhadores invisíveis da saúde: condições de trabalho e saúde mental no contexto da Covid-19 no Brasil" (ENSP - CEE/Fiocruz, 2020/2021). Nessa pesquisa, participaram 21.480 trabalhadores da saúde, a maioria dos respondentes também foi do sexo feminino (72,5 %), sendo 32,9 % com idade de até 35 anos e 50,3 % com idade entre 36 anos e 50 anos. E 59,1 % se autodeclararam como negros (pessoas pretas e pardas) e 36,6 % como brancas. A jornada de trabalho para 85,5 % deles era de até 60 h semanais.

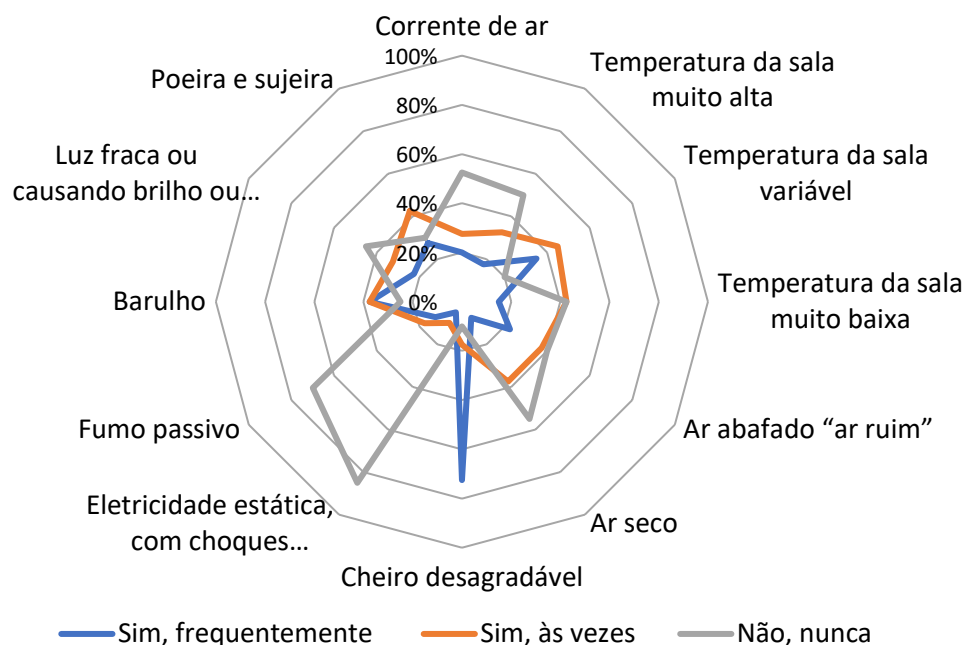
As categorias profissionais que participaram dessa pesquisa (ENSP - CEE/Fiocruz, 2020/2021) foram: Técnico/Auxiliar de Enfermagem; Técnico/Auxiliar de Saúde Bucal/Prótese dentária; Técnico/Auxiliar de Farmácia, de Hemoterapia ou Hematologia, de Análises Clínicas, de Laboratório, Citopatologia e Imunobiológica; Técnico/Auxiliar de Radiologia; Técnico em Imobilizações Ortopédicas/Gesseiro; Técnico em Segurança do Trabalho; Agente de Saúde (ACS, ACE, Visitador Sanitário e afins); Agentes Indígena de Saúde/Saneamento; Maqueiro; Condutor de ambulância; Sepultadores/Pessoal de agências funerárias e cemitérios; Pessoal de cozinha hospitalar; Pessoal de atividades administrativas e afins; Pessoal de atividades operacionais; Pessoal de limpeza e conservação; e Pessoal de manutenção geral.

O Gráfico 12 mostra os parâmetros de risco ambiental autoavaliados no ambiente de trabalho que causaram problemas nos últimos três meses anteriores a data da pesquisa nos trabalhadores da saúde. As queixas mais comuns (“sim, frequentemente” e “sim, às vezes”) foram, nessa ordem, cheiro desagradável (72,5 % e 17,5 %), barulho, (37,5 % e 37,5 %), temperatura da sala variável (35,0 % e 45,0 %), poeira e sujeira (27,5 % e 42,5 %), luz fraca ou causando brilho ou reflexos (22,5 % e 32,5 %), ar abafado “ar ruim” (22,5 % e 37,5 %), corrente de ar (20,0 % e 27,5 %), temperatura da sala muito alta (17,5 % e 32,5 %), temperatura da sala muito baixa (15,0 % e 42,5%), fumo passivo (12,5 % e 17,5 %), ar seco (7,5 % e 37,5 %), eletricidade estática, com choques frequentes (5,0 % e 10,0 %).

O Gráfico 13 mostra as condições de trabalho reportados por esses profissionais e como eles percebem o ambiente de trabalho. Com isso, 65,0 % relataram ter muito trabalho para fazer, 60,0 % consideram o trabalho interessante e estimulante, 57,5 % relataram que os colegas [de trabalho] ajudam com os problemas no trabalho, 40,0 % eram capazes de influenciar nas condições de trabalho, 27,5 % estavam preocupados que a situação de trabalho iria mudar. Na pesquisa da Fiocruz (ENSP - CEE/Fiocruz, 2020/2021), 50,9 % afirmaram ter excesso de trabalho e, ainda, em condições de trabalho, 52,9 % dos trabalhadores da saúde negaram ter sentimento de proteção no trabalho contra à Covid-19 motivados pelo medo generalizado de se contaminar, medo da morte; falta, escassez e inadequação do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), ausência de testagem, precariedade do trabalho; e estruturas e infraestruturas inadequadas, impróprias e precárias para o

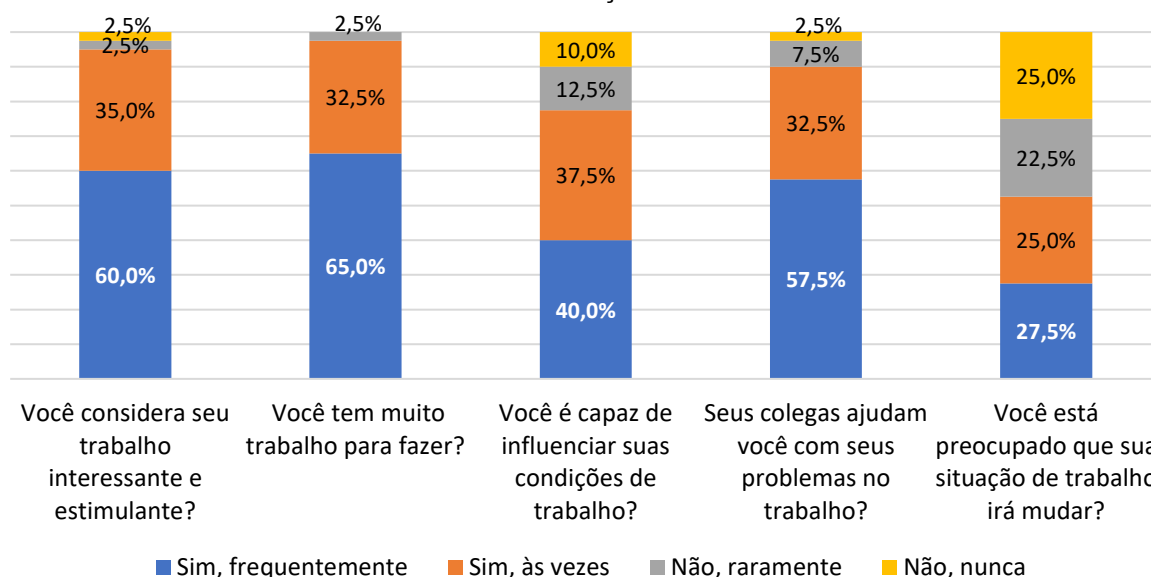
trabalho. E, 35,5 % declararam violência/discriminação durante a pandemia, sendo 36,2 % dessa violência ocorreu no local de trabalho.

Gráfico 12 – Ambiente de trabalho. Você foi afetado durante os últimos três meses por quaisquer dos fatores abaixo em seu local de trabalho?



Fonte: A autora.

Gráfico 13 – Condições de trabalho

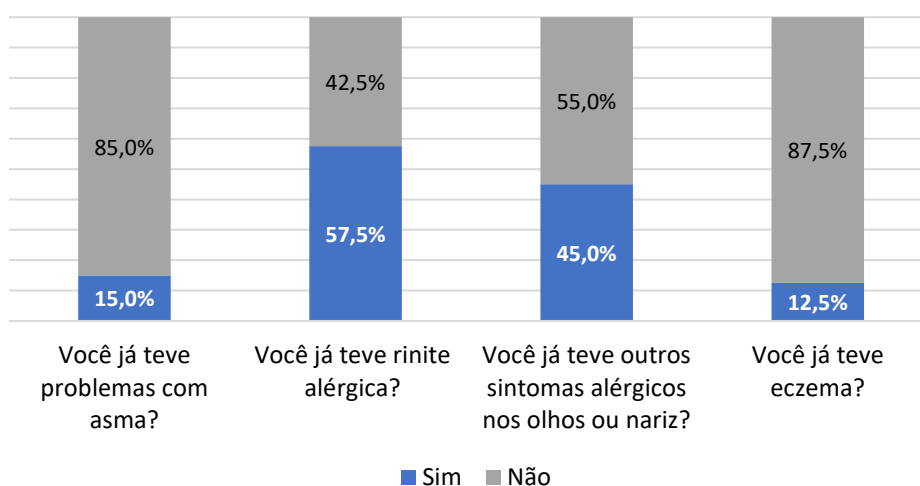


Fonte: A autora.

Para doenças anteriores/atuais autoavaliados (Gráfico 14), 57,5 % dos respondentes afirmaram já ter tido rinite alérgica, sendo 4 Enfermeiro(a)s, 10

Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 4 do pessoal administrativo, 1 do pessoal da limpeza, 1 do pessoal da cozinha, 1 Vigilante, 1 Médico(a) e 1 Assistente Social; 45,0 % afirmaram já ter tido sintomas alérgicos nos olhos ou nariz, sendo 5 Enfermeiro(a)s, 6 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 2 do pessoal administrativo, 2 do pessoal da limpeza, 2 Médico(a)s e 1 Assistente Social; 15,0 % afirmaram já ter tido problemas com asma, sendo 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 Médico(a) e 1 do pessoal administrativo; e 12,5 % afirmaram já ter tido eczema, sendo 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 Médico(a), 1 do pessoal administrativo e 1 Vigilante.

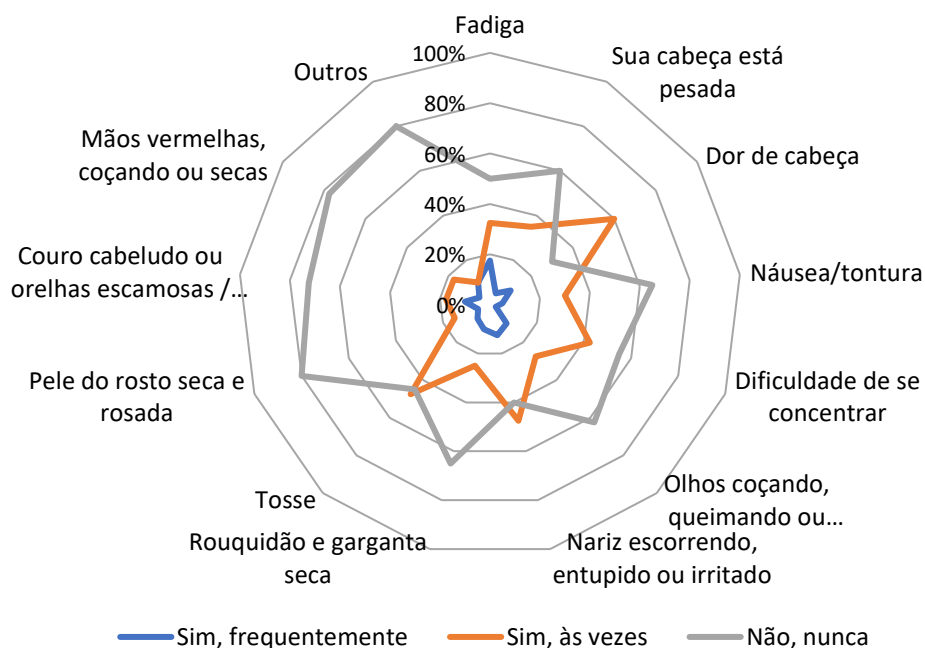
Gráfico 14 – Doenças anteriores/atuais



Fonte: A autora.

Em sintomas atuais (Gráfico 15), reportados pelos trabalhadores da saúde nos últimos três meses anteriores ao momento da pesquisa, as queixas mais comuns (“sim, frequentemente” e “sim, às vezes”) foram, nessa ordem: dor de cabeça (10,0 % e 60,0 %); nariz escorrendo, entupido ou irritado (12,5 % e 47,5 %); tosse (7,5 % e 47,5 %); fadiga (17,5 % e 32,5 %); dificuldade de se concentrar (2,5 % e 42,5 %); sua cabeça está pesada (5,0% e 35,0 %); olhos coçando, queimando ou irritados (10,0 % e 27,5 %); rouquidão e garganta seca (10,0 % e 25,0 %); náusea/ontura (5,0 % e 30,0 %); couro cabeludo ou orelhas escamosas/coçando (10,0 % e 17,5 %); mãos vermelhas, coçando ou secas (5,0 % e 17,5 %); outros sintomas (10,0 % e 10,0 %); e pele do rosto seca e rosada (5,0 % e 15,0 %).

Gráfico 15 – Sintomas atuais. Durante os últimos três meses você teve algum dos sintomas mostrados abaixo?



Fonte: A autora.

O sintoma dor de cabeça foi reportado por 70,0 % dos trabalhadores da saúde. Sendo assim, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 do pessoal da limpeza os quais não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 do pessoal administrativo que não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 1 Médico(a) que acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 Enfermeiro(a)s e somente 1 deles acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 4 do pessoal administrativo e 2 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 do pessoal da limpeza sendo que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Médico(a)s sendo que 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 do pessoal da cozinha e 1 vigilante os quais não acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 10 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 3 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 não souberam informar se o sintoma foi causado

pelo ambiente de trabalho e 5 que não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

O sintoma nariz escorrendo, entupido ou irritado foi reportado por 60,0 % dos trabalhadores da saúde. Com isso, responderam “sim, frequentemente” 1 Enfermeiro(a) e 1 Médico(a) que acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 3 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 que não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Já para “sim, às vezes”, responderam 4 do pessoal administrativo em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 2 que não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 do pessoal da limpeza em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 4 Enfermeiro(a)s em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e os outros 3 que não acreditavam que foi causado pelo ambiente de trabalho; 6 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 3 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 que não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Vigilante, 1 Médico(a) e 1 Assistente Social os quais não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

O sintoma tosse foi reportado por 55,0 % dos trabalhadores da saúde. Dessa maneira, responderam “sim, frequentemente” 1 Vigilante que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 Médico(a) e 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem os quais acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Já para “sim, às vezes”, responderam 6 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 3 não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 4 do pessoal administrativo em que 2 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 3 do pessoal da limpeza em que 2 não acreditavam que o

sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 do pessoal da cozinha que não acreditava que foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Médico(a)s em que 1 não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Enfermeiro(a) que acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 1 Vigilante que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

Dos trabalhadores da saúde, 50,0 % reportaram o sintoma fadiga. Dessa maneira, para “sim, frequentemente”, responderam 5 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 2 Médico(a)s, entre eles 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 Médico(a) acreditavam que o sintoma estava relacionado com o trabalho; 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem não souberam informar se o sintoma está relacionado com o ambiente de trabalho, já 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 Médico(a) não acreditam que o sintoma esteja relacionado com o ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 Enfermeiro(a)s, 5 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 Médico(a), 1 Assistente Social, 1 do pessoal de cozinha, 1 do pessoal administrativo e 1 do pessoal de limpeza. Dentre eles, 2 Enfermeiro(a)s, 3 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 do pessoal da limpeza acreditam que o sintoma fadiga seja causado pelo ambiente de trabalho; 1 Médico(a), 1 do pessoal administrativo, 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 Assistente Social não souberam informar se o sintoma está relacionado com o ambiente de trabalho; 1 Enfermeiro(a), 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 do pessoal de cozinha não acreditam que o sintoma fadiga seja causado pelo seu ambiente de trabalho.

O sintoma dificuldade de se concentrar foi reportado por 45,0 % dos trabalhadores da saúde. Desse modo, para “sim, frequentemente”, respondeu 1 do pessoal administrativo que não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Já para “sim, às vezes”, responderam 3 Médico(a)s dos quais 2 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 do pessoal da limpeza os quais não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Enfermeiro(a) que não acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho;

1 do pessoal administrativo que não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Vigilante o qual não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Assistente Social a qual acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 8 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem dos quais 2 não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e os outros 4 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

O sintoma “sua cabeça está pesada” foi reportado por 40,0 % dos trabalhadores da saúde. Com isso, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Enfermeiro(a) e 1 Médico(a) os quais acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 do pessoal administrativo e 1 acreditava que foi causado pelo ambiente de trabalho; 5 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 3 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Enfermeiro(a)s em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Médico(a)s em que ambos não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 1 do pessoal da limpeza que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

O sintoma olhos coçando, queimando ou irritados foi reportado por 37,5 % dos trabalhadores da saúde. Sendo assim, responderam “sim, frequentemente” 1 Médico(a) que acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho, 1 do pessoal administrativo que não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 1 acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e o outro que não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 2 Enfermeiro(a)s em que 1 não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e o outro não relacionou o sintoma com o ambiente de trabalho, 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma está relacionado com o ambiente de trabalho, 1 do pessoal de limpeza que não soube informar se o sintoma está relacionado com o ambiente de trabalho, 1 do pessoal administrativo que não acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho, 2 Médico(a)s em que 1 acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e

o outro não acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem dos quais 2 acreditavam que os sintomas estavam relacionados com o ambiente de trabalho, 1 não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 outro não relacionou o sintoma com o ambiente de trabalho.

O sintoma rouquidão e garganta seca foi reportado por 35,0 % dos trabalhadores da saúde. Dessa forma, responderam “sim, frequentemente” 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 1 não acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 Vigilante o qual não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 Médico(a) que acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem entre eles 2 não souberam informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 não acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; 3 do pessoal do administrativo em que 1 acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho, 1 não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 não acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; 2 do pessoal da limpeza em que 1 acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e o outro não acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; 1 Vigilante o qual não acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; e 1 Enfermeiro(a) que acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho.

O sintoma náusea/tontura foi reportado por 35,0 % dos trabalhadores da saúde. Assim, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem o qual não associou o sintoma ao ambiente de trabalho e 1 Médico(a) o qual associou o sintoma ao ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 do pessoal administrativo em que 2 não acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 do pessoal da limpeza sendo que 1 acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e o outro não acredita que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho, 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho, 1 Médico(a) o qual acredita que o sintoma estava relacionado

com o ambiente de trabalho, 1 Vigilante o qual não acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem sendo que 2 não souberam informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e os outros 2 não acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho.

O sintoma couro cabeludo ou orelhas escamosas / coçando foi reportado foi reportado por 27,5 % dos trabalhadores da saúde. Sendo assim, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem que não soube informar se o sintoma está relacionado com o ambiente de trabalho, 1 Enfermeiro(a) e 1 do pessoal da limpeza que não acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 Médico (a) que acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem dos quais 2 não acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e os outros 2 acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; 1 do pessoal da limpeza que não soube informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; 1 do pessoal administrativo e 1 Vigilante os quais não acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho.

O sintoma mãos vermelhas, coçando ou secas foi reportado foi reportado por 22,5 % dos trabalhadores da saúde. Dessa forma, responderam “sim, frequentemente” 1 Médico(a) e 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem os quais acreditam que esse sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 do pessoal administrativo os quais não souberam informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem sendo que 3 deles acreditavam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 não acreditava que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho.

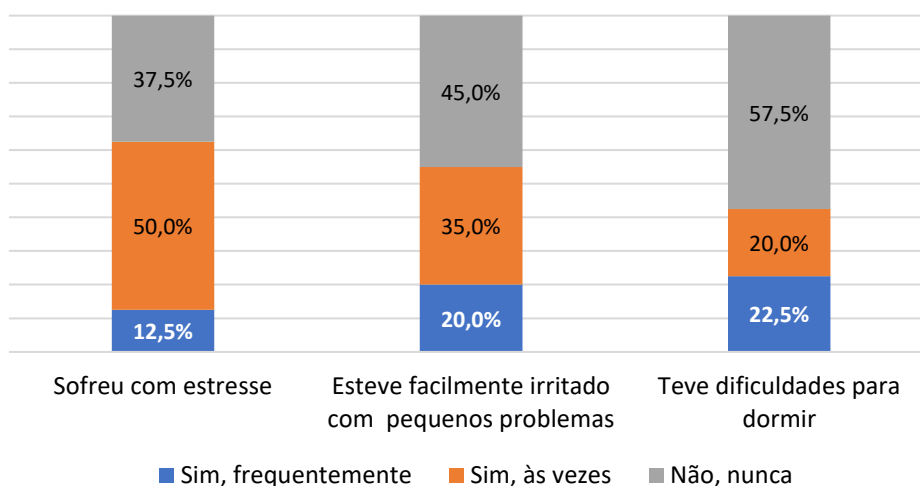
Para outros sintomas, foi reportado por 20,0 % dos trabalhadores da saúde. Com isso, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 Enfermeiro(a) e 1 do pessoal administrativo reportaram dores musculares, dores no corpo, enquanto 1 Médico(a) reportou asma. Tanto o Enfermeiro(a) associa essas dores ao trabalho quanto o Médico(a) associa a asma ao ambiente de trabalho, já os demais não sabem dizer se os sintomas mencionados estão relacionados com o ambiente de trabalho. Já para

“sim, às vezes”, 1 do pessoal da limpeza e 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem mencionaram Covid-19 e eles acreditam que a doença está relacionada com o trabalho, 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem mencionou espirros e 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem citou taquicardia, esses não sabem dizer se os sintomas estão relacionados com o ambiente de trabalho.

Já para a pele do rosto seca e rosada, foi reportado por 20,0 % dos trabalhadores da saúde. Com isso, para “sim, frequentemente”, responderam 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem e 1 Médico(a), o primeiro não soube informar se o sintoma estava relacionado ao ambiente de trabalho e o segundo associou o sintoma ao ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 3 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 1 do pessoal administrativo, 1 do pessoal da limpeza e 1 Médico(a), sendo que o respondente do pessoal administrativo associou o sintoma ao ambiente de trabalho, 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, já para os demais respondentes não acreditam que os sintomas foram causados pelo ambiente de trabalho.

O Gráfico 16 continua a mostrar a investigação sobre os sintomas atuais durante os últimos três meses anteriores ao momento da pesquisa e, desse jeito, os sintomas mais comuns (“sim, frequentemente” e “sim, às vezes”) foram o sofrimento com estresse (12,5 % e 50,0 %), facilmente irritado com pequenos problemas (20,0 % e 35,0 %) e dificuldades para dormir (22,5 % e 20,0 %).

Gráfico 16 – Sintomas atuais. Durante os últimos três meses você



Fonte: A autora.

Para sofrimento com estresse, responderam “sim, frequentemente” 1 do pessoal da cozinha e 1 do pessoal administrativo que acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Médico(a) e 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem que não souberam informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho; e 1 do pessoal da limpeza que não acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 10 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 6 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 2 não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 2 não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 4 Enfermeiro(a)s em que 2 não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 2 acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 3 do pessoal administrativo em que 2 não souberam informar se o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho e 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Vigilante, 1 Médico(a) e 1 Assistente Social os quais acreditam que o sintoma estava relacionado com o ambiente de trabalho.

Para “facilmente irritado com pequenos problemas”, responderam “sim, frequentemente” 5 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem, 2 do pessoal administrativo e 1 do pessoal de limpeza, entre eles somente 1 Assistente de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, os demais respondentes acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 4 do pessoal administrativo em que 2 acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 2 que não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 6 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 4 acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 2 não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Médico(a)s os quais acreditam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Assistente Social a qual não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; e 1 Vigilante que não acredita que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

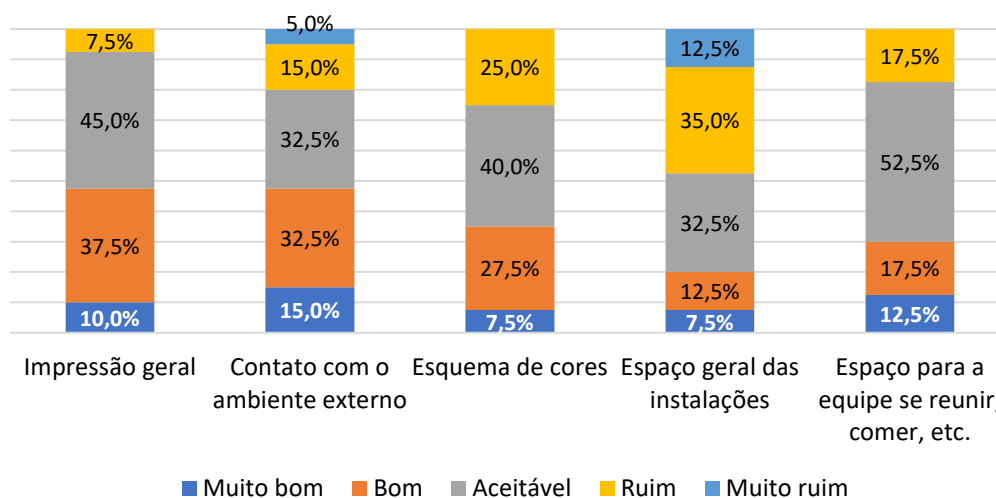
Para dificuldades para dormir, responderam “sim, frequentemente” 4 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 2 não acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho, 1 não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e 1 acredita que o sintoma foi causado

pelo ambiente de trabalho; 1 Enfermeiro(a) que acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 do pessoal de limpeza que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Médico(a), 1 pessoal de cozinha e 1 do pessoal administrativo os quais não souberam informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho. Para “sim, às vezes”, responderam 2 do pessoal administrativo em que 1 acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 2 Assistentes de enfermagem/Técnico(a) de enfermagem em que 1 não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho e o outro não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Vigilante que não acreditava que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Enfermeiro(a) que não soube informar se o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho; 1 Médico(a) e 1 do pessoal de limpeza os quais acreditavam que o sintoma foi causado pelo ambiente de trabalho.

Na pesquisa da Fiocruz (ENSP - CEE/Fiocruz, 2020/2021) em “saúde e vida profissional”, foi apresentado que 23,9% dos trabalhadores da saúde tinham fator de risco/comorbidade/doença pré-existente e desses trabalhadores 11,7 % tinham depressão/ansiedade, além de hipertensão (31,9 %), obesidade (15,1 %), doenças pulmonares (12,2 %) e diabetes (10,4 %). E, ainda, tiveram como “Alteração significativa na sua vida cotidiana”: perturbação do sono, como insônia ou hipersonia; irritabilidade/choro frequente/dores e distúrbios em geral; e cansaço extremo/incapacidade de relaxar/estresse.

Nesse mesmo questionário, também é possível avaliar, por meio dos respondentes, as condições construtivas da edificação (Gráfico 17). Sendo assim, como o edifício de saúde foi construído na década de 50 do século XX, com mais de 60 anos de construção, e passou por várias adaptações no decorrer desse tempo, as condições atuais da edificação acabam não atendendo a todos os requisitos de uso atuais. Apesar disso, os trabalhadores da saúde descrevem como “aceitável” as condições do ambiente geral de trabalho, uma vez que a edificação inicialmente foi concebida para ser um hospital e as adaptações não impactaram negativamente na percepção dos trabalhadores da saúde, já que somente 7,5 % dos respondentes classificaram como “ruim” a “impressão geral” que eles têm do ambiente geral de trabalho e 17,5 % o classificaram como “ruim” o “Espaço para a equipe se reunir, comer, etc.” visto que a edificação dispõe de um auditório no segundo pavimento e um refeitório no quarto pavimento.

Gráfico 17 – Ambiente geral de trabalho



Fonte: A autora.

Além do que foi apresentado, as condições de temperatura e barulho (Gráfico 18) podem ser avaliadas sem o auxílio de equipamentos específicos e, com isso, esses parâmetros foram classificados como aceitáveis. Para o parâmetro temperatura, 55,0 % o classificaram como “aceitável”, 25,0 % como “bom” e 7,5 % como “muito bom” e o que mais incomodou foi a variação de temperatura entre salas (varia de sala para sala). Para o parâmetro barulho, 65,0 % o classificaram como “aceitável” e 10,0 % como “bom” e o que mais incomodou foi “Os barulhos vindos do lado de fora perturbam”. Portanto, é possível verificar que os barulhos externos aos ambientes perturbam mais do que os barulhos dos equipamentos/aparelhos e dos sistemas de ventilação.

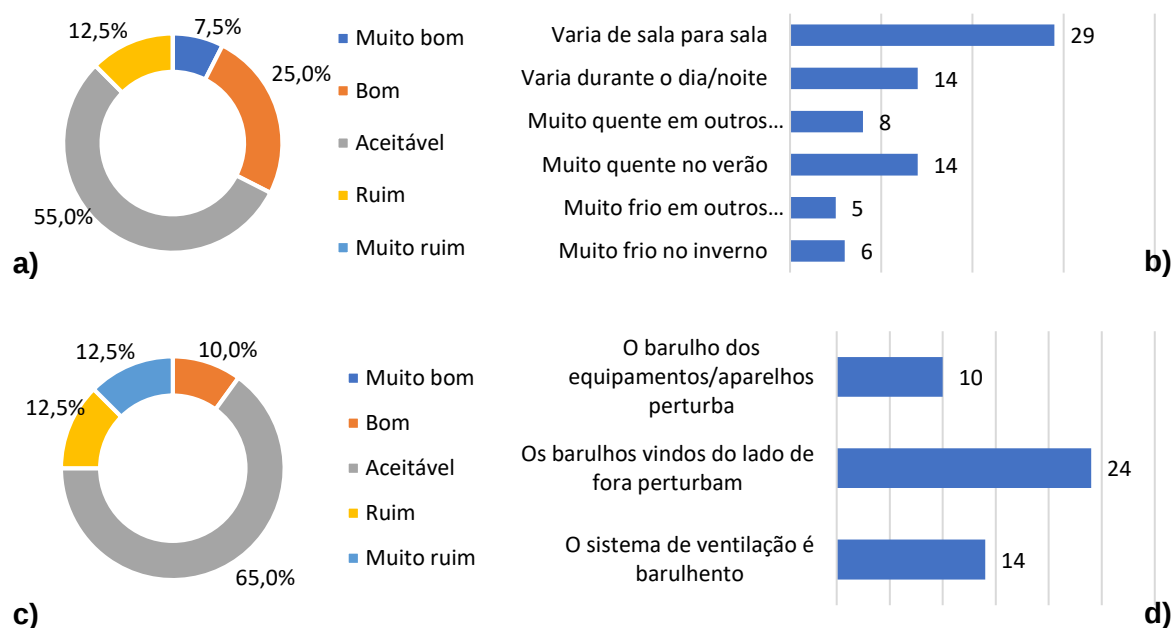
A qualidade do ar do PA (Gráfico 19) foi considerada aceitável para 37,5 % dos respondentes, 22,5 % a consideraram como boa e 10,0 % a consideraram como muito boa, totalizando 70,0 % dos trabalhadores da saúde. No entanto, para a NBR 16401-3 (ABNT, 2008, p.2), o ar interior de qualidade aceitável é o ar que não contém poluentes em concentração prejudicial à saúde ou ao bem-estar e é percebido como satisfatório por grande maioria (80 % ou mais) dos ocupantes do recinto. Diante disso, tendo a norma brasileira como referência, a QAI do PA pode ser classificada como uma QAI não satisfatória, já que 20,0 % dos trabalhadores da saúde a classificaram como ruim, 10,0 % a classificaram como muito ruim e, ainda, 57,5 % dos respondentes informaram que há salas com ar de má qualidade.

Dessa forma, entre os principais problemas relacionados à qualidade do ar relatados foram a variação da QAI entre as salas (varia de sala para sala), cheiro de

esgoto/fezes e outros odores, tais como: o cheiro/odor de peixe proveniente das peixarias localizadas ao redor do edifício de saúde e, ainda, o que foi classificado como “os odores do PA” os quais seriam o odor de urina, fezes, odores humanos (corporais) e de pessoas em situação de rua.

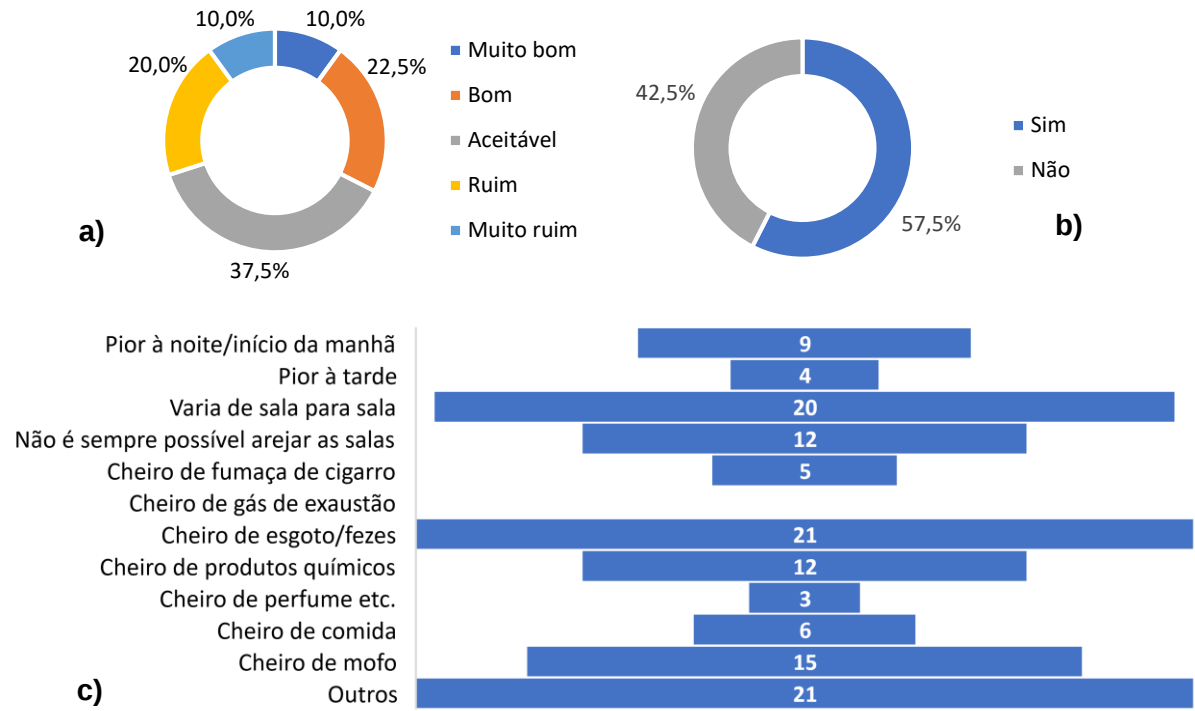
Com os resultados apresentados, é possível verificar que as respostas do questionário confirmam o princípio do “Modelo Örebro”, em que os ocupantes são os que melhor descrevem o clima interno e indicam os principais problemas de QAI. Essa ferramenta conseguiu traçar um panorama inicial da QAI da edificação e seus efeitos no bem-estar dos trabalhadores da saúde que permanecem nos ambientes do PA.

Gráfico 18 – Condições de temperatura. Barulho. a) O que você pensa sobre a temperatura geral no seu local de trabalho? b) Problemas relacionados à temperatura c) O que você pensa do barulho no seu local de trabalho? d) Problemas relacionados a barulho



Fonte: A autora.

Gráfico 19 – Qualidade do ar. a) O que você pensa da qualidade do ar no seu local de trabalho? b) Há salas com ar de má qualidade? c) Problemas relacionados à qualidade do ar



Fonte: A autora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa contribui em ser um dos primeiros estudos no Brasil sobre QAI em um Pronto Atendimento, cuja abordagem amplia os fatores de riscos ambientais (com avaliação de material particulado e bioaerossóis) no ambiente laboral dos trabalhadores da saúde, bem como a apresentação de um cálculo da exposição à poluentes atmosféricos com potencial de causar prejuízos à saúde desses indivíduos, somado a esses riscos por meio de um questionário ocupacional. Os resultados deste estudo podem ser de grande valia na avaliação de um ambiente de trabalho hospitalar ou outros espaços semelhantes, com o planejamento e gerenciamento da QAI.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram analisados poluentes — bioaerossóis (fúngicos e bacterianos) e o material particulado (MP_1 , $MP_{2,5}$, MP_{10} e PTS) — e aplicação de questionário. Além disso, foram monitoradas a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e as concentrações de CO_2 . Com essa análise, foi possível verificar que a edificação do Pronto Atendimento atendeu a norma técnica brasileira para QAI de ambiente climatizado para os parâmetros ambientais temperatura do ar ($25,58\text{ }^{\circ}C$), umidade relativa do ar ($58,68\%$) e CO_2 ($655,09\text{ ppm}$). Para os poluentes atmosféricos, tanto para o material particulado ($MP_1 = 4,46\text{ }\mu g/m^3$, $MP_{2,5} = 11,26\text{ }\mu g/m^3$, $MP_{10} = 18,43\text{ }\mu g/m^3$ e PTS = $50,03\text{ }\mu g/m^3$) quanto para os bioaerossóis (Fungos = $339,34\text{ UFC}/m^3$ e bactérias = $222,62\text{ UFC}/m^3$), as médias de 24 h mensuradas também atenderam a norma brasileira.

No entanto, ao se fazer a análise por ambiente avaliado, verificou-se um aumento na concentração média horária de CO_2 e do material particulado no período diurno, período com maior movimentação de pessoas, tanto no ambiente interno quanto externo. A razão média I/E da edificação para $MP_{2,5}$ foi de 1,02 e para o MP_{10} foi de 0,78, para fungos foi de 0,61 e para bactérias foi de 1,60. As proporções maiores do que 1 da razão I/E indicaram que há fontes internas para os poluentes $MP_{2,5}$ e bactérias transportadas pelo ar no PA.

Nessas análises, destacou-se a recepção, pois foi o ambiente que apresentou as maiores médias da razão I/E tanto para MP ($MP_{2,5}$ e MP_{10}) quanto para microbiológico (fungos e bactérias), esses valores podem ter sido influenciados pelo número de pessoas que circulam e ficam no ambiente à espera de atendimento e pelas portas e janelas que ficam permanentemente abertas, com as aberturas

voltadas para os ventos predominantes da região (Vento Nordeste), que podem transportar o material particulado gerado externamente para dentro da edificação.

Dessa forma, a recepção apresentou médias expressivas de exposições ao fungo (exposição fúngica = 10512,49 (UFC/m³).h) e às bactérias (exposição bacteriana = 15608,12 (UFC/m³).h), bem como em relação ao material particulado, tanto para o MP_{2,5} (exposição MP_{2,5} = 234,88 (µg/m³).h) quanto para o MP₁₀ (exposição MP₁₀ = 456,27 (µg/m³).h). O ambiente que também teve um resultado expressivo em relação à exposição a poluente microbiológico (bactérias) foi a sala de enfermagem do repouso clínico com exposição bacteriana = 16464,10 (UFC/m³).h.

Conclui-se que a arquitetura dos edifícios de saúde evoluiu com o objetivo de minimizar a proliferação de doenças e, conseqüentemente, buscar uma boa Qualidade do Ar Interior (QAI) para esses ambientes, entretanto, principalmente após a pandemia do COVID-19, constatou-se que, ainda se tem muito o que avançar na busca de um ambiente com uma efetiva renovação do ar capaz de minimizar a exposição a poluentes aéreos à pacientes e entre os trabalhadores da saúde.

Os resultados mostraram que a avaliação ocupacional apenas pelo contato com o paciente não é a melhor forma de se avaliar o risco biológico, pois ambientes como a recepção, classificado como sem contato com o paciente, apresentou o máximo risco de exposição em relação aos outros ambientes. É importante colocar também que, embora se tenha normativas atuais de tratamento de ar em estabelecimentos de saúde, a operação desses sistemas de climatização carece de atender à legislação, uma vez que se tem a ausência de filtragem do ar poluído externo e ausência de renovação adequada do ar interno, o que reflete na má qualidade do ar encontrada nos ambientes do estabelecimento estudado.

No entanto, este estudo teve algumas limitações : a) pode-se pontuar a campanha experimental em um único Pronto Atendimento, logo impossibilitou um estudo de comparação entre edificações; b) poucos trabalhadores da saúde responderam ao questionário ocupacional, fato que inviabilizou a sua validação para a língua portuguesa devido ao baixo n amostral; c) as estações de monitoramento de propriedade do IEMA estavam inoperantes durante a campanha experimental, o que impossibilitou uma comparação com dados externos monitorados mais próximos ao local estudado.

Posto isso, como sugestões para continuidade deste trabalho, têm-se: monitoramentos em mais de um edifício de saúde para que possa haver um estudo

de comparação entre ambientes com características semelhantes, porém em localização territorial distintas; validação do questionário ocupacional para a língua portuguesa com a ampliação do número de respondentes, inclusive acrescentando ao estudo perguntas direcionadas para atividades administrativas; avaliação interdisciplinar dos sintomas reportados pelos trabalhadores da saúde com médicos do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-3:** Instalações de ar-condicionado — Sistemas centrais e unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17037:** Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente — Padrões referenciais. Rio de Janeiro, 2023.

AGUIAR, João Renato Carneiro de. **Desempenho da qualidade do ar em estudos de caso de ambientes hospitalares no contexto climático de Brasília - DF.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

ALCÂNTARA, Flávio Alves. **Avaliação do conforto ambiental e da qualidade do ar interior em um centro de hematologia e hemoterapia na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil.** Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ, Fortaleza Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UECE, 2019.

ALMEIDA, Ricardo M.S.F. et al. Natural ventilation and indoor air quality in educational buildings: Experimental assessment and improvement strategies. **Energy Efficiency**, v. 10, p. 839-854, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-016-9485-0>

ANDRADE JÚNIOR, Francisco Patricio de; CRUZ, José Henrique de Araújo; OLIVEIRA FILHO, Abrahão Alves de. Presença de *Rhodotorula* em ambiente hospitalar: Uma Revisão Sistemática. **Periódico Tchê Química**, v. 16, n. 31, 2019.

BONINO, Paulo. **Hospital São Pedro - Praia do Suá.** 1956. Fotografia impressa em MDF. APEES – Arquivo Público do Estado do Espírito Santo. Coleção fotográfica Paulo Bonino.1956. BR ES APEES PBO.65. Disponível em: <http://atom.ape.es.gov.br/index.php/hospital-sao-pedro-praia-do-sua>. Acesso em 27 jan. 2024.

BONINO, Paulo. **Praia do Suá - Bento Ferreira.** 1956. Fotografia impressa em MDF. APEES – Arquivo Público do Estado do Espírito Santo. Coleção fotográfica Paulo Bonino.1956. BR ES APEES PBO.59. Disponível em: <http://atom.ape.es.gov.br/index.php/praiado-sua-bento-ferreira>. Acesso em 27 jan. 2024.

BAURÈS, Estelle 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.047>

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 7 maio 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990.** Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 20 set. 1990, p.18055. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm. Acesso em 7 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução-RE n. 9 de 16 de janeiro de 2003. **Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.** Brasília: Diário Oficial da União, 20 de janeiro de 2003, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil - CNES.** Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/cnes-estabelecimentos>. Acesso em: 01 abr. 2023b.

BRITES, Aline Barbara Garcia Lima. **A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador.** Mestrado em Enfermagem. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: Biblioteca Setorial da UNIRIO, 2015.

BYERS, J. W. THE NEW ROYAL VICTORIA HOSPITAL, BELFAST. **The Lancet**, v. 162, n. 4169, p. 237-240, 25 jul.1903.

CAMPOS, Ernesto de Souza. Ministério da Saúde. Departamento Nacional de Saúde. Divisão de Organização Hospitalar. **História e evolução dos hospitais.** Brasília: Ministério da Saúde, 1965. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd04_08.pdf. Acesso em: 09 nov. 2022.

CAMPOS, Eudes. Hospitais paulistanos: do século XVI ao XIX. **INFORMATIVO ARQUIVO HISTÓRICO DE SÃO PAULO**, Ano 6, n.29. abr/jun.2011. <http://www.arquivohistorico.sp.gov.br>. Disponível em: <http://www.arquiamigos.org.br/info/info29/i-estudos.htm>. Acesso em: 07 nov. 2022.

CARVALHO, Antônio Pedro Alves de. **Introdução à arquitetura hospitalar.** Salvador, BA: UFBA, FA, GEA-hosp, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/31571/1/CARVALHO_Antonio%20Pedro-Introducao%20Arq%20Hosp-2014.pdf. Acesso em: 13 nov. 2022.

CESTAVO, Rebeca Longatti. **A qualidade do ambiente interno em áreas hospitalares: um estudo sobre o conforto, a ventilação e a renovação do ar.** Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, São Paulo Biblioteca Depositária: Biblioteca George Alexander, 2021.

CHOI, Bryan Y. et al. Detection and measurement of unhealthy, environment-derived aerosol materials in an emergency department. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 9, n. 1, p. 34-53, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/1937586715592634>

CHUNG, Fen-Fang et al. Aerosol distribution during open suctioning and long-term surveillance of air quality in a respiratory care center within a medical center. **Respiratory Care**, v. 60, n. 1, p. 30-37, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4187/respcare.03310>

COSTA, Renato Gama-Rosa. Apontamentos para a arquitetura hospitalar no Brasil: entre o tradicional e o moderno. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 18, p. 53-66, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/wfwX78JBNmwQxHLwkStzmmmy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2022.

DEHGHANI, Mansooreh et al. Concentration and type of bioaerosols before and after conventional disinfection and sterilization procedures inside hospital operating rooms. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 164, p. 277-282, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.034>

DELIZA, Rosires; ROSENTHAL, Amauri; COSTA, Maria Cristina da. Tradução e validação para a língua portuguesa de questionário utilizado em estudos de consumidor. **Food Science and Technology**, v. 23, p. 43-48, 2003.

DRAGANOV, Patricia Bover; SANNA, Maria Cristina. Desenhos arquitetônicos de hospitais descritos no livro “Notes on Hospitals” de Florence Nightingale. **História da Enfermagem**, Brasília, DF, v. 8, n. 2, p. 94-105, 2017.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEAMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. **Guia da qualidade do ar**. Cariacica, 20---. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Cartilha/Guia_Qualidade_Ar_ebook.pdf. acesso em 14 maio 2022.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEAMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. **Relatório da Qualidade do ar na Grande Vitória 2021**. Cariacica, 2022.

FARIAS, Erika. Estudo aponta que mais de 4,5 mil profissionais de saúde morreram durante o auge da pandemia de Covid-19. **Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/Fiocruz**, Rio de Janeiro, 18 nov. 2022. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/estudo-aponta-que-mais-de-45-mil-profissionais-de-saudemorreram-durante-o-auge>. Acesso em: 07 set. 2023

FILIACI, Anne M. **Lilian Wald - Public Health Progressive**: Nurse Training. 2014. p.88. Disponível em: https://www.lillianwald.com/?page_id=88. Acesso em: 24 nov. 2022.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca INFORME ENSP. **Pandemia reafirma invisibilidade de 2 milhões de trabalhadores da área da Saúde**. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/52742>. Acesso em: 08 maio 2022.

FONSECA, Ana et al. Indoor air quality and sustainability management — Case study in three Portuguese healthcare units. **Sustainability**, v. 11, n. 1, p. 101, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010101>

FONSECA, Ana et al. Indoor Air Quality in Healthcare Units — A Systematic Literature Review Focusing Recent Research. **Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 967, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020967>

FUGAZZA, Katia Maria Macedo Sabino. **Caminho dos Ventos: A Percepção da Ventilação Natural em Ambientes para Internação Hospitalar**. Mestrado em Arquitetura. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: FAU-UFRJ, 2020.

GALLO, Emanuelle. **Ventilating and Heating Lariboisière Hospital, a Scientific Debate in Paris 1848-1878**. Cartaz para a 3ª Conferência Internacional de História dos Hospitais. McGill University, Montréal, 19-21 jun. 2003. Disponível em: <http://www.emmanuellegallo.net/pdf/posterCh.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

GARCIA, Gabriela Silva. **Qualidade ambiental em unidades básicas de saúde - estudo de caso da UBSF CANAÃ II em Uberlândia-MG**. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Uberlândia Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

GIODA, Adriana; AQUINO NETO, Francisco Radler de. Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil. **Revista Química Nova**, v. 26, n.3, p. 359-365, 2003a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000300013>

GIODA, Adriana; AQUINO NETO, Francisco Radler de. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. **Revista Caderno Saúde Pública**; v. 19, n. 5, p. 1389-1397, Rio de Janeiro, 2003b.

GIZAW, Zemichael; GEBREHIWOT, Mulat; YENEW, Chalachew. High bacterial load of indoor air in hospital wards: the case of University of Gondar teaching hospital, Northwest Ethiopia. **Multidisciplinary respiratory medicine**, v. 11, n. 1, p. 1-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40248-016-0061-4>

GRANT, Maria J.; BOOTH, Andrew. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information & libraries journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

HASSAN, Ahmad; ZEESHAN, Muhammad; BHATTI, Muhammad Faraz. Indoor and outdoor microbiological air quality in naturally and mechanically ventilated university libraries. **Atmospheric Pollution Research**, v. 12, n. 8, p. 101136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.101136>

HEIBATI, Behzad et al. Evaluating size-fractioned indoor particulate matter in an urban hospital in Iran. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 8, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09327-0>

HOANG QUOC, Cuong; VU HUONG, Giang; NGUYEN DUC, Hai. Working conditions and sick building syndrome among health care workers in Vietnam. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, p. 3635, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17103635>

HWANG, Sung Ho; ROH, Jaehoon; PARK, Wha Me. Evaluation of PM₁₀, CO₂, airborne bacteria, TVOCs, and formaldehyde in facilities for susceptible populations in South Korea. **Environmental pollution**, v. 242, p. 700-708, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.013>

HWANG, Sung Ho; PARK, Wha Me. Indoor air concentrations of carbon dioxide (CO₂), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) in multiple healthcare facilities. **Environmental geochemistry and health**, v. 42, n. 5, p. 1487-1496, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00441-0>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da População. **Estimativas de população enviadas ao TCU**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em 13 maio 2023.

IQAir. **2021 IQAir World air quality report: Region & City PM_{2.5} Ranking**. Atualizado em 24/03/2022. Disponível em: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>. Acesso em: 29 mai. 2022.

JONES, A.P. Indoor air quality and health. **Atmospheric Environment**, [S.L.], vol. 33, n. 28, p. 4535-4564, dez. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00272-1](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00272-1)

JUNG, Chien-Cheng et al. Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals. **Building and Environment**, v. 85, p. 190-195, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.11.026>

KALENDER-SMAJLOVIĆ, Sedina; KUKEC, Andreja; DOVJAK, Mateja. The problem of indoor environmental quality at a general Slovenian hospital and its contribution to sick building syndrome. **Building and Environment**, v. 214, p. 108908, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108908>

KITAGAWA, Yasmin Kaore Lago et al. Exposure and dose assessment of school children to air pollutants in a tropical coastal-urban area. **Science of The Total Environment**, v. 803, p. 149747, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149747>

KLEPEIS, Neil E. Modeling human exposure to air pollution. In: KLEPEIS, Neil E. **Human exposure analysis**. Boca Raton: Wayne Ott, Lance Wallace, and Anne Steinemann, CRC Press, 2006. p. 445-470.

KNAAK, Jaqueline. Avaliação das metodologias para estimativa da exposição e dose inalada de poluentes atmosféricos. 2023. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023.

KONDER, Mariana Teixeira; O'DWYER, Gisele. As unidades de pronto-atendimento na Política Nacional de Atenção às Urgências. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 25, p. 525-545, 2015.

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529310>

LISBOA. Teresinha Covas. Breve história dos hospitais: da Antiguidade à Idade Contemporânea. **Notícias hospitalares**, v. 37, 2002. Disponível em: <https://iph.org.br/acervo/livros/breve-historia-dos-hospitais-da-antiguidade-a-idade-contemporanea-1109>. Acesso em 07 nov. 2022.

LOMBOY, Marian Fe Theresa C. et al. Characterization of particulate matter 2.5 in an urban tertiary care hospital in the Philippines. **Building and Environment**, v. 92, p. 432-439, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.018>

MARTINS, Roberto de Andrade; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; FERREIRA, Renata Rivera; TOLEDO, Maria Cristina Ferraz. **Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis**. São Paulo: Moderna, 1997.

MATTIUZZI, Henrique Vescovi; MARCHIORO, Eberval. O comportamento dos ventos em Vitória (ES): a gestão e interpretação dos dados climatológicos. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.983 – 993, 2012.

MATUKA, Onnicah et al. Pilot study to detect airborne Mycobacterium tuberculosis exposure in a South African public healthcare facility outpatient clinic. **Journal of Hospital Infection**, v. 89, n. 3, p. 192-196, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2014.11.013>

MENEZES, Simone Alves Prado. **Qualidade do ambiente construído: o Caso da UPA Samambaia**. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, Biblioteca Depositária: UnB, 2012.

MIQUELIN, Lauro Carlos. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: Cedas, 1992.

MONTAZERI, Akram et al. Microbiological analysis of bacterial and fungal bioaerosols from burn hospital of Yazd (Iran) in 2019. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 18, p. 1121-1130, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40201-020-00531-7>

MOSLEM, Ali Reza et al. Comparing BTEX concentration related to surgical smoke in different operating rooms. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 203, p. 111027, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111027>

MOUSAVI, Marzieh Sadat 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. 1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7559-0>

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 9 maio 2022.

NEUFELD, Paulo Murillo. Uma breve história dos hospitais. **Rev. bras. anal. clin.**, v.45, n.1-4, p. 7-13, 2013. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2016/05/RBAC_vol.45_ns-1-4-Completa.pdf. Acesso em: 09 nov. 2022.

NEWHOUSE, Amy Melinda. **Outside the Walls: Civic Belonging and Contagious Disease in Sixteenth-Century Nuremberg**. Tese de Doutorado. University of Arizona. 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10150/579035>. Acesso em: 02 nov. 2022.

NIGHTINGALE, Florence. **Notes on Hospitals**. John W. Parker and Son, London: 1859, Edição Digital. ed. Mineola, New York: Dover Publications - Kindle Editions, 2015.

NIGHTINGALE, Florence. **Notes on Hospitals**. 3a ed. London: Savill & Edwards printers, 1863. Disponível em: <https://id.lib.harvard.edu/curiosity/contagion/36-990061886080203941>. Acesso em: 02 nov. 2022.

ÖREBRO UNIVERSITY HOSPITAL. **MM 040 NA Hospital**: indoor climate in Hospital / Health Care Establishment. Department of Occupational Medicine Örebro, Sweden, 2007, Version 9804. Disponível em: <http://www.mmquestionnaire.se/mmquestionnaire/mmquestionnaire.html>. Acesso em: 21 abr. 2022.

OTT, Wayne R. Concepts of human exposure to air pollution. **Environment International**, v. 7, n. 3, p. 179-196, 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0160-4120\(82\)90104-0](https://doi.org/10.1016/0160-4120(82)90104-0)

PAIM, Jairnilson, et al. O sistema de saúde brasileiro: história, avanços e desafios. **The Lancet**, v. 377, n. 9779, p. 11-31, 2011.

PALMISANI, Jolanda et al. Indoor air quality evaluation in oncology units at two European hospitals: Low-cost sensors for TVOCs, PM_{2.5} and CO₂ real-time monitoring. **Building and Environment**, v. 205, p. 108237, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108237>

PAVANI, Fabiane Machado et al. Covid-19 e as repercussões na saúde mental: estudo de revisão narrativa de literatura. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 42, p. e20200188, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200188>

PINHEIRO, Alexsandra Nunes. **Avaliação do conforto ambiental e da contaminação biológica e química em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil**. Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ, Fortaleza. Biblioteca Depositária: Universidade Estadual do Ceará, 2017.

PITARMA, Rui; MARQUES, Gonçalo; FERREIRA, Bárbara Roque. Monitoring indoor air quality for enhanced occupational health. **Journal of medical systems**, v. 41, n. 2, p. 23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10916-016-0667-2>

RAUTIAINEN, Paavo et al. Indoor air-related symptoms and volatile organic compounds in materials and air in the hospital environment. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 29, n. 5, p. 479-488, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/09603123.2018.1550194>

REINHARDT, Érica Lui. Ministério da Previdência e do Trabalho. Fundacentro. **Estudo Técnico: Anexo 14 da Norma Regulamentadora n 15 – Agentes Biológicos**. São Paulo, 2019. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/ANNPGA2Y8DJGYPIXI7D9QD8QI74PYL C.pdf. Acesso em 15 nov. 2021.

SANTOS, Jane Meri et al. Source apportionment of settleable particles in an impacted urban and industrialized region in Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 22026-22039, 2017.

SATISH, Usha et al. Is CO₂ an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance. **Environmental health perspectives**, v. 120, n. 12, p. 1671-1677, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1104789>

SCHIRMER, Waldir Nagel et al. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 3583-3590, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000900026>

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. **Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. 1152 p.

SILVA, S. V. de O. et al. Ventilação natural e qualidade do ar em salas de aula: revisão sistemática da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 13, n. 00, p. e022021, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v13i00.8666284>

SILVA, Cibele Alves da. **Análise do escoamento do ar em uma sala cirúrgica via simulação em CFD**. Mestrado em Engenharia Civil. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central, Biblioteca da Engenharia Civil, 2016.

MIEŁOWSKA, Monika; MARĆ, Mariusz; ZABIEGAŁA, Bożena. Indoor air quality in public utility environments — a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 11166-11176, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8567-7>

SOUZA, Josiany Costa de. **Avaliação do conforto ambiental e da contaminação fúngica em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará**. Mestrado em

Tecnologia e Gestão Ambiental Instituição de Ensino: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ, Campus Fortaleza, 2020.

SOUZA, Lucia Helena Pazzini de. **Praia do Suá: mudanças e permanências na paisagem**. Mestrado em GEOGRAFIA, Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UFES / Núcleo de Estudos do Geografia, Campus Vitória, 2010.

THE COURTAULD INSTITUTE OF ART. A&A art and architecture. **Plans (drawings) Ospedale Maggiore**. Milan, Lombardy, Italy, 1456. Disponível em: <<http://www.artandarchitecture.org.uk/images/conway/389de079.html>>. Acesso em: 13 nov. 2022

THE NEW ROYAL VICTORIA HOSPITAL, BELFAST. **British Medical Journal**, p. 25-28, 04 jul.1903. doi:10.1136/bmj.2.2218.25. Disponível em: <<https://www.bmj.com/content/2/2218/25>>. Acesso em 06 nov. 2022.

TOLLET, Casimir. **Les édifices hospitaliers depuis leur origine jusqu'à nos jours**: de l'assistance publique et des hôpitaux jusqu'au XIX^{me} siècle, les hôpitaux au XIX^e siècle, description de l'hôpital civil et militaire suburbain de Montpellier. Deuxième Édition. ed. [S.l.]: [s.n.], éditeur inconnu, 1892. Disponível em: <https://1886.u-bordeaux-montaigne.fr/s/1886/item/362252#?c=&m=&s=&cv=&xywh=-966%2C-294%2C5942%2C5866>. Acesso em: 02 nov. 2022

VEYSI, Rahmat et al. Indoor air quality-induced respiratory symptoms of a hospital staff in Iran. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, n. 2, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7182-5>

WANG, Shaobin; ANG, H. M.; TADE, Moses O. Volatile organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: State of the art. **Environment international**, v. 33, n. 5, p. 694-705, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.02.011>

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Indoor air quality**: biological contaminants: report on a WHO meeting, Rautavaara, 29 August–2 September 1988. Regional Office for Europe: World Health Organization, 1990. 67 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260557>. Acesso em 03 set. 2023.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO global air quality guidelines**: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Germany: World Health Organization, 2021. 290 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>. Acesso em: 03 set. 2023

YE, Jin et al. Concentrations and size-resolved I/O ratios of household airborne bacteria and fungi in Nanjing, southeast China. **Science of The Total Environment**, v. 774, p. 145559, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145559>

ZENG, Jun et al. Compromised Air Quality and Healthcare safety from smoking inside Hospitals in Shantou, China. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44295-z>

ZIEHE, Érica Mendonça. **Avaliação da qualidade do ar de ambientes hospitalares: ocorrência e diversidade do gênero *Aspergillus***. Mestrado em Vigilância Sanitária, Instituição de Ensino: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ), Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: Biblioteca do INCQS, 2014.

Anexo A – Carta de apresentação



PREFEITURA DE VITÓRIA
Secretaria de Saúde

CARTA DE APRESENTAÇÃO

Origem	Destino	Data	Emitida por
PMV/SEMUS/ETSUS	PMV/SEMUS/PA Praia do Suá	19/12/2022	Regina

Resumo do Assunto

ENCAMINHAMENTO DE PESQUISADOR

Sr(a). Diretor(a),

O projeto de pesquisa intitulado " A Relação da Arquitetura de Prontos Atendimentos Hospitalares (PAH) Localizados em Zonas Urbanas com a Qualidade do AR", de autoria da pesquisadora Karla Gonçalves Schoeffer, da Universidade Vila Velha (UVV) foi aprovado pela Comissão Técnica de Pesquisa da PMV/SEMUS, instituída pela Portaria n.º 038/2021.

Esclarecemos que o presente tem como objetivo correlacionar os aspectos construtivos e arquitetônicos do PA Praia do Suá com os possíveis impactos na qualidade do ar interno.

Ressaltamos que o pesquisador foi orientado que a liberação da pesquisa está condicionada à devolução dos resultados em forma digital e/ou apresentação oral para a Secretaria Municipal de Saúde (PMV/SEMUS) e que a não devolutiva dos resultados em até dois meses após o término desta referida pesquisa, implicará no indeferimento de novas solicitações do(s) pesquisador(es).

Solicitamos que a pesquisa seja viabilizada por este setor e informamos que esta autorização para realização da pesquisa tem validade por 1 ano.

Ressaltamos que cabe ao pesquisador o convite aos participantes, após acordo com o Diretor do Serviço.

Atenciosamente,


Josenan de Alcântara Almeida Costa
Diretora da Escola Técnica e Formação Profissional de Saúde

**Anexo B – MM040 NA Hospital - Indoor Climate in Hospital/Health Care
Establishment, Modelo Örebro**

CONDIÇÕES DE TRABALHO

	Sim, frequentemente (1)	Sim, às vezes (2)	Não, raramente (3)	Não, nunca (4)
1 Você considera seu trabalho interessante e estimulante?	☐	☐	☐	☐
2 Você tem muito trabalho para fazer?	☐	☐	☐	☐
3 Você é capaz de influenciar suas condições de trabalho?	☐	☐	☐	☐
4 Seus colegas ajudam você com seus problemas no trabalho?	☐	☐	☐	☐
5 Você está preocupado que sua situação de trabalho irá mudar?	☐	☐	☐	☐

SINTOMAS ATUAIS

	Sim (1)	Não (2)	Caso sim, durante o último ano?	
			Sim (3)	Não (4)
6-7 Você já teve problemas com asma?	☐	☐	☐	☐
8-9 Você já teve rinite alérgica?	☐	☐	☐	☐
10-11 Você já teve outros sintomas alérgicos nos olhos ou nariz?	☐	☐	☐	☐
12-13 Você já teve eczema?	☐	☐	☐	☐

DOENÇAS ANTERIORES/ATUAIS

Durante os últimos três meses você teve algum dos sintomas mostrados abaixo?
(Responda a todas as perguntas, mesmo que você não tenha tido nenhum sintoma!)

	Sim, frequentemente (toda semana) (1)	Sim, às vezes (2)	Não, nunca (3)	Caso sim, você acredita que isso seja causado pelo seu ambiente de trabalho?		
				Sim (1)	Não (2)	Não sei (3)
14-15 Fadiga	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16-17 Sua cabeça está pesada	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18-19 Dor de cabeça	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20-21 Náusea/tontura	☐	☐	☐	☐	☐	☐
22-23 Dificuldade de se concentrar	☐	☐	☐	☐	☐	☐
24-25 Olhos coçando, queimando ou irritados	☐	☐	☐	☐	☐	☐
26-27 Nariz escorrendo, entupido ou irritado	☐	☐	☐	☐	☐	☐
28-29 Rouquidão e garganta seca	☐	☐	☐	☐	☐	☐
30-31 Tosse	☐	☐	☐	☐	☐	☐
32-33 Pele do rosto seca e rosada	☐	☐	☐	☐	☐	☐
34-35 Couro cabeludo ou orelhas escamosas / coçando	☐	☐	☐	☐	☐	☐
36-37 Mãos vermelhas, coçando ou secas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
38-39 Outros: _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐

SINTOMAS ATUAIS

Durante os últimos três meses você		Caso sim, você acredita que isso seja causado pelo seu ambiente de trabalho?					
		Sim, frequentemente (toda semana) (1)	Sim, às vezes (2)	Não, nunca (3)	Sim (1)	Não (2)	Não sei (3)
1-2	Sofreu com estresse	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3-4	Esteve facilmente irritado com pequenos problemas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5-6	Teve dificuldades para dormir	☐	☐	☐	☐	☐	☐

AMBIENTE GERAL DE TRABALHO

O que você pensa do ambiente interno:		Muito bom (1)	Bom (2)	Aceitável (3)	Ruim (4)	Muito ruim (5)
7	Impressão geral	☐	☐	☐	☐	☐
8	Contato com o ambiente externo	☐	☐	☐	☐	☐
9	Esquema de cores	☐	☐	☐	☐	☐
10	Espaço geral das instalações	☐	☐	☐	☐	☐
11	Espaço para a equipe se reunir, comer, etc.	☐	☐	☐	☐	☐

CONDIÇÕES DE TEMPERATURA

O que você pensa sobre a temperatura geral no seu local de trabalho?		Muito bom (1)	Bom (2)	Aceitável (3)	Ruim (4)	Muito ruim (5)
12		☐	☐	☐	☐	☐
13	Problemas relacionados à temperatura:	☐	☐	☐	☐	☐
14	(Pode haver mais de uma resposta)	☐	☐	☐	☐	☐
15		☐	☐	☐	☐	☐
16		☐	☐	☐	☐	☐
17		☐	☐	☐	☐	☐
18		☐	☐	☐	☐	☐

BARULHO

O que você pensa do barulho no seu local de trabalho?		Muito bom (1)	Bom (2)	Aceitável (3)	Ruim (4)	Muito ruim (5)
19		☐	☐	☐	☐	☐
20	Problemas relacionados a barulho:	☐	☐	☐	☐	☐
21	(Pode haver mais de uma resposta)	☐	☐	☐	☐	☐
22		☐	☐	☐	☐	☐

Por favor vire a página ➡

Apêndice A – Tabela de Dissertações de 2012 a 2022

Resultado geral		Resultados relacionados com o tema da pesquisa		
Descritor	Total	Ano	Área de concentração	Título dissertação
"qualidade do ar interno" AND hospitalar	3	2015	Enfermagem, saúde e cuidado na sociedade	A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador.
		2016	Engenharia de Construção Civil e Urbana	Análise do escoamento do ar em uma sala cirúrgica via simulação em CFD.
		2017	Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade	Desempenho da qualidade do ar em estudos de caso de ambientes hospitalares no contexto climático de Brasília – DF.
"qualidade do ar interno" AND hospitalar	3	2017	Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semi-árido	Avaliação do conforto ambiental e da contaminação biológica e química em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil
"saúde do trabalhador" AND "qualidade do ar"	4	2015	Enfermagem, saúde e cuidado na sociedade	A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador
"arquitetura hospitalar"	45	2012	Técnicas e Processos de Produção do Ambiente Construído	Qualidade do ambiente construído: o Caso da UPA Samambaia.
		2018	Projeto, espaço e cultura	Qualidade ambiental em unidades básicas de saúde: estudo de caso da UBSF Canaã II em Uberlândia-MG
		2020	Qualidade, ambiente e paisagem	Caminho dos Ventos: A Percepção da Ventilação Natural em Ambientes para Internação Hospitalar
"ventilação natural" AND ambientes de saúde	43	2017	Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade	Desempenho da qualidade do ar em estudos de caso de ambientes hospitalares no contexto climático de Brasília – DF.
		2020	Qualidade, ambiente e paisagem	Caminho dos Ventos: A Percepção da Ventilação Natural em Ambientes para Internação Hospitalar
"poluentes biológicos"	1	2015	Enfermagem, saúde e cuidado na sociedade	A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador.
"qualidade do ar" AND edifício	7	2015	Enfermagem, saúde e cuidado na sociedade	A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador.
		2021	Projeto de Arquitetura e Urbanismo	A qualidade do ambiente interno em áreas hospitalares: um estudo sobre o conforto, a ventilação e a renovação do ar
"síndrome do edifício doente"	5	2015	Enfermagem, saúde e cuidado na sociedade	A síndrome do edifício doente na perspectiva da saúde do trabalhador.
"ambientes internos" AND hospital	5	2014	Tecnologia e sociedade	Avaliação da qualidade do ar em ambientes hospitalares: ocorrência e diversidade do gênero <i>Aspergillus</i>

Resultado geral		Resultados relacionados com o tema da pesquisa		
Descritor	Total	Ano	Área de concentração	Título dissertação
“conforto ambiental” AND hospital	14	2017	Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semi-árido	Avaliação do conforto ambiental e da contaminação biológica e química em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil
		2020	Qualidade, ambiente e paisagem	Caminho dos Ventos: A Percepção da Ventilação Natural em Ambientes para Internação Hospitalar
“qualidade do ar interior” AND “conforto ambiental”	7	2017	Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semi-árido	Avaliação do conforto ambiental e da contaminação biológica e química em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil
		2019	Ciências Físicas Aplicadas ao Desenvolvimento do Semi-árido	Avaliação do conforto ambiental e da qualidade do ar interior em um centro de hematologia e hemoterapia na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil
		2020	Tecnologia e Gestão Ambiental	Avaliação do conforto ambiental e da contaminação fúngica em ambientes hospitalares na cidade de Fortaleza, Ceará

Fonte: Autora