

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: CONSTRUÇÃO E**  
**INFRAESTRUTURA (PPGCI)**

**ANÁLISE DE FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DE UNIDADES DE TERAPIA**  
**INTENSIVA: ESTUDO NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA COVID-19**

Carlos Emílio Stigler Marczyk

Porto Alegre

Outubro, 2022

Carlos Emilio Stigler Marczyk

**ANÁLISE DE FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DE UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA:  
ESTUDO NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA COVID-19**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de mestre em Engenharia Civil  
da Escola de Engenharia da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Tarcisio Abreu Saurim.

Coorientadora: Profa. Dra. Iamara Rossi Bulhões

Porto Alegre  
2022

#### CIP - Catalogação na Publicação

Marczyk, Carlos Emilio Stigler  
ANÁLISE DE FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DE UNIDADES DE  
TERAPIA INTENSIVA: ESTUDO NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA  
COVID-19 / Carlos Emilio Stigler Marczyk. -- 2022.  
131 f.  
Orientador: Tarcisio Abreu Saurin.

Coorientadora: Iamara Rossi Bulhões.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e  
Infraestrutura, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Folgas. 2. Infraestrutura. 3. Unidade de Terapia  
Intensiva. 4. Pandemia. 5. COVID-19. I. Saurin,  
Tarcisio Abreu, orient. II. Bulhões, Iamara Rossi,  
coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Carlos Emilio Stigler Marczyk

**ANÁLISE DE FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DE UNIDADES DE TERAPIA  
INTENSIVA:  
ESTUDO NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA COVID-19**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura/UFRGS.

Orientador: Prof. Dr. Tarcisio Abreu Saurin

Coorientadora: Profa. Dra. Iamara Rossi Bulhões

**Aprovada em:** Porto Alegre, 4 de outubro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Alessandro Jatobá, Doutor em Engenharia de Produção (UFRJ)  
Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ

---

Prof. Dr. Márcio Manozzo Boniatti, Doutor em Ciências da Saúde (UFRGS)  
PPG Cardiologia/UFRGS e Hospital de Clínicas de Porto Alegre/HCPA

---

Prof. Dr. Eduardo Luís Isatto, Doutor em Engenharia (UFRGS)  
PPGCI/UFRGS

Dedico este trabalho para Selma, minha companheira, para Joana e Vicente, meus filhos e os maiores presentes que a vida me deu. Vocês me estimularam a voltar para os estudos acadêmicos e a cursar o mestrado. Obrigado meus amores!

## **AGRADECIMENTOS**

À equipe de professores do PPGCI da UFRGS, e em especial ao Prof. Dr. Carlos Torres Formoso, pelos ensinamentos e pelo constante estímulo à pesquisa científica, na busca de conhecimento e da construção de novas soluções para os problemas concretos vinculados à área da engenharia, em especial quanto à construção e suas infraestruturas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tarcisio Abreu Saurin, e à minha coorientadora, Prof. Dra. Iamara Rossi Bulhões, pelos ensinamentos, pelo constante estímulo à pesquisa científica, pela paciência, pela orientação segura, sem a qual eu não teria tido condições de levar adiante todas as difíceis etapas trilhadas, para construir essa dissertação de mestrado.

Aos colegas do mestrado, em especial a Beatriz Matte, a Natalia Ransolin, o Rafael Parmeggiani e o Rodolfo Petrucci, pela parceria ao longo das pesquisas que desenvolvemos conjuntamente no mestrado. Vocês também foram muito importantes para me dar força nas horas de maior dificuldade.

Aos colegas engenheiros e arquitetos, Eng. Aryston Luiz Perin, Eng. Edmilson Besbati, Eng. Luiz Carlos Petry, Eng. Leonardo Dalla Lana, Eng. Bárbara Wetzel, Eng. Thais Rodrigues, Arq. Gustavo Fluckseder Cemin, Eng. William Knob, por ter contribuído no desenvolvimento deste trabalho.

Aos profissionais das equipes assistenciais e de apoio entrevistados, que mesmo em um momento tão estressante de trabalho que foi o da pandemia da COVID-19, se dispuseram a dedicar esse tempo tão precioso para as entrevistas. Vocês aportaram contribuições que foram essenciais para a construção do conhecimento sobre folgas na infraestrutura de Unidades de Terapia Intensiva.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade”

(Paulo Freire)

## RESUMO

Hospitais são edificações de grande interesse social. Neles trabalham inúmeros profissionais, das mais diversas áreas do conhecimento, apoiados por muitos equipamentos, inclusive de suporte à vida humana. Nesse sentido, podem ser definidos como sistemas sociotécnicos complexos, na medida em que reúnem a interação entre seres humanos, tecnologias/equipamentos e rotinas organizacionais, sujeitos à influência do ambiente externo. A presente dissertação explora as adaptações necessárias na infraestrutura física das UTIs durante a pandemia da COVID-19, sob a perspectiva do conceito de folga (slack). A questão geral de pesquisa é: como analisar as folgas na infraestrutura de UTIs durante a pandemia de COVID-19? São duas as questões específicas: como as folgas na infraestrutura das UTIs impactaram na resposta à crise sanitária da COVID-19? Quais são as lições aprendidas para o projeto (ou reprojeto) de infraestrutura das UTIs, com base na experiência durante o período da COVID-19? Trata-se de um estudo de caso que analisou as folgas na infraestrutura de quatro dimensões previamente delimitadas (espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar), em UTIs adulto que atenderam pacientes críticos com COVID-19 em um hospital privado de excelência na região sul do Brasil, de março de 2020 a dezembro de 2021. Os resultados são apresentados com relação às folgas nas infraestruturas das áreas projetadas como UTI e também nas áreas adaptadas, a partir de 11 entrevistas com profissionais que trabalharam nessas UTIs e com base nos requisitos das normas brasileiras. Nas UTIs COVID-19, projetadas e adaptadas, foram identificadas 46 folgas. A maioria das folgas (18) foi associada à dimensão espaço físico e a menor quantidade (8) à dimensão do tratamento do ar. As UTIs adaptadas nem sempre proporcionaram folgas equivalentes às das UTIs projetadas. Por sua vez, houve 5 lições aprendidas, com destaque para a necessidade de pensar as folgas na infraestrutura de UTIs em cascata ou em cadeia, com folgas primárias associadas a folgas secundárias e terciárias, e que as infraestruturas físicas de suporte aos serviços hospitalares são indissociáveis das pessoas.

**Palavras-chave:** Folgas, Infraestrutura, Unidade de Terapia Intensiva, UTI, Pandemia, COVID-19



## ABSTRACT

Hospitals are buildings of great social interest, where countless professionals, from the most diverse areas of knowledge, work on a regular basis, employing a broad range of medical equipment, including those providing life support. In this sense, they can be defined as complex socio-technical systems, insofar as they bring together the interaction between human beings, technology/equipment, and organizational routines, subject to the influence of the external environment. The present study explores the necessary adaptations in the physical infrastructure of ICUs during the COVID-19 pandemic, from the perspective of the slack concept. The general research question is how to analyze slacks in an ICU infrastructure during the COVID-19 pandemic. There are two specific questions: firstly, to determine how the slack in the ICU infrastructure impacted the response to the COVID-19 health crisis, and, secondly, to explore the lessons learned for the design (or redesign) of the ICU infrastructure, based on the experience during the COVID-19 period. This is a case study that analyzed the slacks in the infrastructure of four previously defined dimensions (physical space, electricity, oxygen, and air treatment), in an adult ICUs that treated critical patients with COVID-19 in a private hospital in the southern region of Brazil, from March 2020 to December 2021. We present the results regarding the slacks in the infrastructure for areas originally designed as ICUs and for those areas adapted to work as ICUs, based on 11 interviews conducted with personnel from these areas, and based on the requirements of Brazilian standards. We identified 46 slacks within COVID-19 ICUs. Most slacks (18) were associated with the physical space dimension, and only 8 slacks were associated the air treatment dimension. Adapted ICUs did not always provide slacks equivalent to those of designed ICUs. There were 5 lessons learned, which highlight the need to think about slacks in the infrastructure of ICUs in cascade or in a chain, with primary slacks associated with secondary and tertiary slacks, and to consider that the physical infrastructure supporting hospital services is inseparable of people.

**Keywords:** Slack, Infrastructure, Intensive Care Unit, ICU, Pandemic, COVID-19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Figuras A e B com equipamento portátil de ressonância magnética de baixo campo (0,064-Tesla) à beira do leito de UTI.....	26
Figura 2: Um modelo para o planejamento da capacidade de cuidados intensivos, para momentos convencionais, de contingência e de crise .....	28
Figura 3: Quantidade de leitos de UTI antes da COVID-19, último ano disponível (por 100.000 habitantes), no âmbito europeu.....	29
Figura 4: Elemento gráfico sobre mudança dos marcos normativos para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).....	36
Figura 5: Dimensões mínimas de um quarto (box) de UTI conforme a RDC 50 (A) e conforme o Facility Guidelines Institute (FGI, 2018) (B).....	41
Figura 6: Esquema de Instalação de centrais de tanques e cilindros.....	47
Figura 7: Quantidade de pacientes com COVID-19 (suspeitos e confirmados) em UTI adulto no hospital do estudo de caso, de março de 2020 a setembro de 2021. ....	60
Figura 8: UTI 2, circular com posto central e subpostos (Figura a) e UTI 5, retilínea com subpostos a cada 2 quartos (Figuras b e c) .....	64
Figura 9: Estativas verticais articuladas.....	68
Figura 10: Falhas do alimentador principal de energia elétrica (falta de energia e subtensão na rede), de maio de 2018 a novembro de 2021. ....	75
Figura 11: Esquema da rede de alimentação elétrica, com a dupla entrada de energia, geradores e nobreaks (NB) das UTIs planejadas (1,2,3, e,4) e das UTI adaptadas para COVID-19 (TMO e CRs) .....	76
Figura 12: Figura A, à esquerda, com duas redes de oxigênio(O <sub>2</sub> ) na cor verde e duas redes de ar comprimido (AC) na cor amarelo. Figura B, à direita, com a válvula de pressão da rede...	85
Figura 13: Consumo de oxigênio nos anos de 2019, 2020 e 2021.....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação de normas da ANVISA, relacionados ao tema desta dissertação .....	36
Quadro 2: Comparativo das normas RDC 50 e RDC 7 da ANVISA, 2010) e do Conselho Federal de Enfermagem para o período da COVID-19. ....	39
Quadro 3: Comparativo do tempo para restabelecimento de energia, segundo norma da ABNT e da ANVISA.....	42
Quadro 4: Comparativo do grau de proteção contra choques elétricos, segundo norma da ABNT e da ANVISA.....	43
Quadro 5: Comparativo entre os requisitos da RDC 50/2002 da ANVISA e da NBR 12.188/2016 da ABNT, para oxigênio medicinal, ar comprimido medicinal e vácuo clínico.....	46
Quadro 6: Requisitos da NBR 7256:2021 para UTI, TMO e CR.....	52
Quadro 7: Quantidade de leitos de UTI adulto projetadas no hospital deste estudo de caso.....	54
Quadro 8: Perfil dos trabalhadores entrevistados... ..	56
Quadro 9: Etapas da ocupação das UTIs com pacientes com COVID-19. ....	59
Quadro 10: Problemas enfrentados e folgas nos espaços físicos das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19. ....	62
Quadro 11: Folgas no espaço físico do posto assistencial em relação à RDC 50/2002 da ANVISA). ....	65
Quadro 12: Folgas no espaço físico da prescrição em relação à RDC 50/2002 da ANVISA..	65
Quadro 13: Folgas no espaço físico dos quartos individuais das UTIs 1, 2, 3 e 5, em relação à RDC 50/2002 da ANVISA. ....	67
Quadro 14: Problemas enfrentados e folgas nos espaços físicos das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19. ....	69
Quadro 15: Características do TMO, com relação ao espaço físico.....	71
Quadro 16: Características dos CRs (Centros de Recuperação Cirúrgica), com relação ao espaço físico. ....	73
Quadro 17: Problemas enfrentados e folgas na energia elétrica das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19. ....	74
Quadro 18: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para o posto assistencial. ....	77
Quadro 19: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para a prescrição. ....	77
Quadro 20: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para o quarto do paciente da UTI. ....	79

Quadro 21: Problemas enfrentados e folgas na energia elétrica das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19. N: Número de entrevistados que fez referência, do total de .....	81
Quadro 22: Características do TMO, com relação às quatro dimensões da infraestrutura: energia elétrica.....	83
Quadro 23: Características dos CRs, com relação às quatro dimensões da infraestrutura: energia elétrica.....	83
Quadro 24: Problemas enfrentados e as folgas no oxigênio das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19. ....	84
Quadro 25: Requisitos normativos para o oxigênio e as folgas identificadas .....	87
Quadro 26: Problemas enfrentados e folgas no oxigênio das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19. ....	88
Quadro 27: Características do TMO com relação à infraestrutura de oxigênio .....	90
Quadro 28: Características dos CRs com relação à infraestrutura de oxigênio.....	90
Quadro 29: Problemas enfrentados e folgas no tratamento do ar das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19. ....	91
Quadro 30: Características das instalações de ar condicionado das UTIs 2, 3 e 5, comparativamente com os requisitos normativos vigentes à época da construção.....	93
Quadro 31: Problemas enfrentados e folgas no tratamento do ar das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19.....	95
Quadro 32: Características do TMO, com relação à qualidade do ar. Fonte: Elaborado pelo autor, a partir das normas brasileiras e dos projetos do sistema de ar condicionado. ....	96
Quadro 33: Características dos CRs com relação à qualidade do ar. ....	97
Quadro 34: Folgas identificadas na infraestrutura das quatro dimensões das UTIs projetadas e adaptadas .....	99
Quadro 35: Estrutura para análise de folgas em 4 dimensões da infraestrutura de UTIs COVID-19.....	112

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AVAC-R - Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CEBAS - Certificado de Entidade Beneficente de Assistência Social

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CFM - Conselho Federal de Medicina

COFEN - Conselho Federal de Enfermagem

CR - Centro de Recuperação pós cirúrgico

DfRP - Design for Resilient Performance

EAS - Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

ECMO - Extracorporeal Membrane Oxygenation (Oxigenação por Membrana Extracorpórea)

EPA - Efficient Particulate Air filter

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ESPIN - Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional

FGI - Facility Guidelines Institute

FMS - Facility Management and Safety

FRAM - Functional Resonance Analysis Method

HEPA - High Efficiency Particulate Air filter

HVAC - Heating, Ventilating and Air Conditioning

JCI - Joint Commission International

OMS - Organização Mundial da Saúde

PPGCI/UFRGS - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil- Construção e Infraestrutura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PROADI-SUS - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do Sistema Único de Saúde

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SARS-COV-2 - Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus 2

SCO - Sistema Concentrador de Oxigênio

SCI - Serviço de Controle de Infecção

SR - Sala de Recuperação

TI – Tecnologia da Informação

TMO - Transplante de Medula Óssea

ULPA - Ultra Low Penetration Air filter

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

UTIa - Unidade de Terapia Intensiva Adulto

WHO - World Health Organization

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 Motivação pessoal.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Questões de pesquisa.....	20
1.4 Objetivos de pesquisa.....	20
1.5 Delimitações.....	21
1.6 Estrutura do trabalho.....	21
<b>2 FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DAS UTIs.....</b>	<b>23</b>
2.1 Breve história das UTIs.....	23
2.2 Complexidade nas UTIs.....	24
2.3 Resiliência e ampliação dos leitos de UTI em tempos de COVID-19.....	27
2.4 Folgas.....	31
2.5 Infraestrutura das UTIs: quatro dimensões .....	35
2.5.1 Infraestrutura do espaço físico .....	35
2.5.2 Infraestrutura da energia elétrica.....	41
2.5.3 Infraestrutura do oxigênio.....	44
2.5.4 Infraestrutura de tratamento do ar.....	48
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>53</b>
3.1 Estratégia de pesquisa.....	53
3.2 Descrição do estudo.....	53
3.3 Coleta e análise de dados.....	54
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
4.1 Contexto da necessidade de aumento de leitos de UTI.....	58
4.2 Dimensão 1: folgas na infraestrutura do espaço físico das UTIs projetadas.....	62
4.3 Dimensão 1: folgas na infraestrutura do espaço físico das UTIs adaptadas.....	68
4.4 Dimensão 2: folgas na infraestrutura de energia elétrica das UTIs projetadas.....	74
4.5 Dimensão 2: folgas na infraestrutura de energia elétrica das UTIs adaptadas.....	81

<b>4.6 Dimensão 3: folgas na infraestrutura de oxigênio das UTIs projetadas.....</b>	<b>84</b>
<b>4.7 Dimensão 3: folgas na infraestrutura de oxigênio das UTIs adaptadas.....</b>	<b>88</b>
<b>4.8 Dimensão 4: folgas na infraestrutura de tratamento do ar das UTIs projetadas.....</b>	<b>91</b>
<b>4.9 Dimensão 4: folgas na infraestrutura de tratamento do ar das UTIs adaptadas.....</b>	<b>95</b>
<b>4.10 Resumo das folgas identificadas nas infraestruturas estudadas.....</b>	<b>98</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>100</b>
<b>5.1 Contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs projetadas na resposta à pandemia.....</b>	<b>100</b>
<b>5.2 Contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs adaptadas na resposta à pandemia.....</b>	<b>104</b>
<b>5.3 Lições aprendidas.....</b>	<b>106</b>
<b>5.4 Estrutura de análise de folgas.....</b>	<b>111</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>113</b>
<b>6.1 Contribuições do estudo.....</b>	<b>113</b>
<b>6.2 Limitações.....</b>	<b>115</b>
<b>6.3 Estudos futuros.....</b>	<b>115</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTÕES DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE B - DISTRIBUIÇÃO DOS LEITOS DE INTERNAÇÃO, UTI INCLUSIVE, POR BLOCOS E PAVIMENTOS DO COMPLEXO HOSPITALAR.....</b>	<b>132</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação pessoal

O autor tem formação em Engenharia Civil e um longo caminho profissional percorrido na área hospitalar, com experiência em gestão e coordenação de uma diversa gama de projetos e obras de construção civil. Atuou, nos últimos 38 anos, em dois hospitais privados no sul do Brasil, inclusive na liderança do capítulo FMS (*Facility Management and Safety*) de sete certificações internacionais da JCI (Joint Commission International), com ênfase na qualidade e na segurança dos pacientes e demais usuários, assim como na garantia de continuidade da operação hospitalar.

Nos últimos 25 anos participou ativamente dos projetos de expansão e das adequações de áreas hospitalares de um hospital privado, que do ano de 1996 ao ano 2021 foram triplicadas, de 32.000 m<sup>2</sup> para 98.000 m<sup>2</sup>. Neste período atuou como gerente de infraestrutura e coordenou os projetos e a execução da obra de um novo hospital, com mais de 21.000 m<sup>2</sup>, construído e entregue ao sistema único de saúde.

Ao percurso pessoal do pesquisador nas obras, na operação e manutenção de toda a infraestrutura hospitalar, some-se a experiência de cruzar por um período excepcional, o da pandemia provocada pelo novo coronavírus. Em dezembro de 2019 foi instaurada uma grave crise na área da saúde, com declaração de pandemia em 11 de março de 2020 (WHO, 2020), pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A pandemia tomou proporções avassaladoras, seja pelo número de pessoas afetadas pela nova enfermidade (COVID-19), seja pelo número de mortos.

Nesse contexto, as demandas de adaptação do ambiente construído hospitalar, em curtíssimo espaço de tempo, para viabilizar o atendimento de um número crescente de pacientes com COVID-19, muito acima da capacidade instalada, colocou uma enorme pressão sobre os hospitais, sobre as equipes de trabalho e também sobre a infraestrutura existente. Pelas razões explicitadas, pensar a infraestrutura hospitalar, no período da COVID-19, foi o motivo inspirador desta pesquisa.

## 1.2 Justificativa

Hospitais são edificações de grande interesse social, construídos para atender às mais diversas demandas de saúde. De fato, hospitais integram um conjunto de estruturas denominado de infraestruturas críticas, pois sua interrupção compromete o funcionamento e segurança das sociedades como um todo. De acordo com Markopoulou, Papakonstantinou (2021, p. 2), infraestrutura crítica significa um ativo “essencial para a manutenção de funções vitais da sociedade, como saúde, segurança, bem-estar econômico ou social das pessoas, cuja ruptura ou destruição traria um impacto significativo.”

Nos hospitais, trabalham inúmeros profissionais, das mais diversas áreas do conhecimento, com o objetivo final de atendimento de pacientes, apoiados por equipamentos, muitos deles interligados por sistemas informatizados. Tudo isso dentro de prédios por vezes com morfologias muito distintas, a depender da época da concepção do projeto arquitetônico (COSTEIRA, 2014a; MICHELIN, 1992).

Ao longo do tempo as tecnologias também vão sendo renovadas. Veja-se, por exemplo, a permanente evolução dos equipamentos para diagnóstico por imagem, como a tomografia computadorizada (CT), o SPECT (tomografia computadorizada por emissão de fóton único) e o PET (tomografia computadorizada por emissão de pósitrons) e as ressonâncias magnéticas (MRI) (KARMAN, 2011). Esses equipamentos têm características técnicas muito específicas e demandam constantes adaptações nos espaços físicos, nas fontes de energia, no controle da temperatura e da umidade do ar.

Importante também acrescentar que os serviços prestados nos hospitais dependem cada vez mais de TI (Tecnologia de Informação), seja para a gestão integrada das informações, seja para a assistência dos pacientes, como o uso dos prontuários e das prescrições eletrônicas, da dispensação eletrônica de medicamentos e checagem à beira leito (CARAYON et al., 2011; CARAYON, 2006).

Além das mudanças para incorporação de novas tecnologias, também há uma necessidade de ampliação dos serviços, em virtude do crescimento e envelhecimento da população, que acarreta o aumento do número de pessoas, com múltiplas doenças, a serem atendidas nos hospitais.

O projeto da edificação hospitalar deve ser capaz de proporcionar espaços adequados que se traduzam em melhores resultados para a saúde dos pacientes (TZORTZOPOULOS et al., 2005). Por essas razões, pensar o edifício hospitalar inclui dimensionar adequadamente a infraestrutura que lhe é indissociável.

Nesse sentido, hospitais podem ser definidos como sistemas sociotécnicos (EMERY; TRIST, 1960) complexos, na medida em que reúnem a interação entre seres humanos, tecnologias/equipamentos e rotinas organizacionais, sujeitos à influência do ambiente externo. Segundo Braithwaite et. al. (2017) essas interações podem ser influenciadas por ações projetuais, mas não são completamente controláveis e previsíveis.

Segundo Soliman e Saurin (2017, p. 136), “sistemas complexos em geral compartilham alguns atributos inter-relacionados, como um grande número de elementos, propriedades emergentes, dinâmica não linear, loops de feedback e comportamento adaptativo”. Para lidar com a complexidade, Saurin et al. (2013) recomendam cinco diretrizes: 1) visibilidade de processos e os resultados; 2) criação de folgas para mitigar ou minimizar a propagação de variabilidade; 3) estímulo à diversidade de perspectivas na tomada de decisões; 4) monitoramento da lacuna entre o projetado e o executado; e 5) o monitoramento das consequências não intencionais decorrentes das intervenções e/ou mudanças implementadas. Essas cinco diretrizes são aplicáveis aos serviços de saúde como lente teórica para revisão sistemática da literatura e análise de melhorias de processos em unidades de terapia intensiva (BUENO et al., 2019), assim como para lidar com a complexidade no contexto da pandemia da COVID-19 (SAURIN et al., 2022).

Face à complexidade dos serviços prestados nos hospitais, em especial em áreas críticas, como as UTIs, as emergências e os centros cirúrgicos, é importante entender o desempenho resiliente desses serviços (HOLLNAGEL et al., 2019). Resiliência é a capacidade de “sustentar a operação frente a condições esperadas e inesperadas” (HOLLNAGEL, 2014, p. 222). A resiliência decorre parcialmente da auto-organização espontânea das pessoas, no momento em que os eventos exigem. Também é possível usar o conceito de DfRP (*Design for Resilient Performance*), definido como “o uso de princípios de projeto para apoiar capacidades adaptativas humanas, técnicas e organizacionais integradas” (DISCONZI, SAURIN, 2022, p. 5), para projetar sistemas resilientes.

Sistemas resilientes são caracterizados por quatro habilidades, quais sejam (HOLLNAGEL, 2014, 2017): responder, isto é, de adaptar o sistema para continuar operando, mesmo frente a interrupções ou variações esperadas ou inesperadas; monitorar, ou seja, identificar e acompanhar o que é (ou pode vir a ser) um risco para o funcionamento do sistema; aprender com a experiência, tanto com relação ao que deu certo quanto o que deu errado; antecipar possíveis situações futuras.

A necessidade de resiliência em serviços de saúde ficou evidente durante a pandemia de COVID-19. Esse contexto também implicou em desafios para as infraestruturas de suporte para

o atendimento dos pacientes COVID-19, especialmente nas UTIs, as quais são enfatizadas nesta dissertação.

Esses fatos são muito recentes e ainda pouco estudados com foco na infraestrutura física de suporte das UTIs e com análise baseada em referenciais teóricos explícitos. Foram identificados estudos que tratam das adaptações no ambiente construído em geral durante a pandemia, sem ênfase em UTIs (RANSOLIN et. al., 2021), bem como outros limitados à quantidade e qualidade dos leitos de UTI (HUBER et. al. 2021). Hick et al. (2014) já haviam tratado do problema da rápida ampliação de leitos de UTI, buscando construir consensos (CHEST Consensus Statement) para momentos convencionais, para momentos de contingenciamento e para momentos de crise, como o das pandemias, sustentando que em momentos de crise esta capacidade instalada deveria ser incrementada em 200%.

Todavia, não foram localizados estudos sobre o papel das infraestruturas físicas de suporte aos serviços de UTIs, tais como o fornecimento de energia elétrica e de oxigênio medicinal no período da pandemia. Ilustre-se com a falta de energia no Estado de Roraima em agosto de 2021, que deixou o maior hospital público sem energia (APAGÃO, 2021). Ilustre-se também com a falta de oxigênio em hospitais e a consequente morte de pacientes com COVID-19 no Município de Manaus, no Estado do Amazonas, com a experiência de “dias de terror” no mês de janeiro de 2021 (LAVOR, 2021). Esta é uma realidade fática extremamente diversa no Brasil, como ilustram Arcuri et. al. (2022), sobre os desafios postos pela pandemia da COVID-19 em regiões amazônicas remotas.

A presente dissertação explora as adaptações necessárias em quatro dimensões da infraestrutura física das UTIs (espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar) durante a pandemia, sob a perspectiva do conceito de folga (slack). Quanto às razões para a escolha dessas quatro infraestruturas, foram duas. A primeira é temporal: inviabilidade de analisar todas as infraestruturas das UTIs no tempo de uma dissertação de mestrado. A segunda é de ordem material, ou seja, é pela relevância das infraestruturas delimitadas. O espaço físico estabelece restrições e oportunidades para o uso das demais infraestruturas, bem como para a adequada assistência ao paciente (RASHID, 2014; GURSES, CARAYON, 2009; CALLE et al., 2017; VERDERBER et al., 2021). Os serviços de fornecimento de energia elétrica e de oxigênio medicinal possuem impacto imediato na segurança dos pacientes, devendo possuir alta confiabilidade, devendo ser garantido o fornecimento ininterrupto (PARISE et al., 2021; CHEN et al., 2021; BIKKINA et al., 2021; BALYS et al., 2021). A infraestrutura de ar condicionado, além da questão da temperatura dos ambientes, está vinculada ao tratamento do ar, ou seja, parâmetros para renovação, exaustão, diferencial de pressão entre os ambientes, o

que garante o conforto e previne contaminações, como é o caso da COVID-19 (AGARWAL et al., 2021; LEE et al., 2022; WOODA et al., 2021).

Conforme já mencionado, o projeto de folgas contribui para lidar com a complexidade e para apoiar o desempenho resiliente, características presentes na pandemia de COVID-19. Nesta dissertação, é adotado o conceito de folga proposto por Bourgeois (1981, p. 30): folga é o “amortecedor”, constituído por “recursos reais ou potenciais, que permite a uma organização adaptar-se com sucesso às pressões internas, para ajuste, ou às pressões externas, para mudança nas políticas, bem como iniciar mudanças na estratégia em relação ao ambiente externo”. Esses recursos de folga podem ser classificados quanto à sua natureza (por exemplo, pessoas, equipamentos redundantes, materiais, espaço físico, informações, reservas financeiras), quanto à sua origem (se planejados e não), quanto à sua disponibilidade (se imediata ou não), dentre outros critérios (SAURIN, WERLE, 2017).

### **1.3 Questões de pesquisa**

Em função das lacunas identificadas e apresentadas acima, essa pesquisa pretende responder a seguinte questão de pesquisa: como analisar as folgas na infraestrutura de UTIs durante a pandemia de COVID-19?

As questões específicas de pesquisa são as seguintes:

- a) Como as folgas na infraestrutura das UTIs contribuíram na resposta à crise sanitária da COVID-19?
- b) Quais as lições aprendidas para o projeto (ou reprojeto) de infraestrutura das UTIs, com base na experiência durante o período da COVID-19?

### **1.4 Objetivos da pesquisa**

Objetivo geral: desenvolver uma estrutura de análise de folgas na infraestrutura de UTIs, considerando o contexto da pandemia de COVID-19.

Objetivos específicos:

- a) Descrever a contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs durante o enfrentamento da COVID-19;
- b) Identificar lições aprendidas para o projeto (ou reprojeto) de infraestrutura das UTIs, com base na experiência de enfrentamento da COVID-19;

## **1.5 Delimitações**

O presente estudo analisou a infraestrutura das UTIs para pacientes adultos de um hospital privado na região sul do Brasil, durante o período de assistência aos pacientes críticos com COVID-19, dos meses de março de 2020 a dezembro de 2021. O estudo limitou-se a coletar informações relacionadas a quatro dimensões de infraestrutura: os espaços físicos, a energia elétrica, o oxigênio medicinal e o sistema de tratamento do ar das UTI adulto em que foram atendidos os pacientes com COVID-19.

## **1.6 Estrutura do trabalho**

Vistas essas notas introdutórias que compõem o primeiro capítulo, em que se apresentou a motivação pessoal e a justificativa da pesquisa, assim como as questões, os objetivos da pesquisa e as delimitações deste estudo, cumpre agora elencar as etapas que foram trilhadas nessa caminhada. No segundo capítulo, sobre folgas na infraestrutura das UTIs, foi apresentado um breve histórico das UTIs até os dias atuais, contexto em que foram apresentadas algumas considerações sobre a complexidade nas UTIs e a capacidade de resiliência para o enfrentamento da COVID-19, com a ampliação desses leitos em resposta à pandemia, para desembocar na questão teórica principal, das folgas como recursos para a lidar com a complexidade nas UTIs, isso em quatro dimensões da infraestrutura. Considerado esse pano de fundo, foi delineado, no capítulo 3, o método de pesquisa, com definição da estratégia de pesquisa e do delineamento da pesquisa considerando quatro infraestruturas previamente delimitadas (espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar) para, na etapa seguinte, após a coleta dos achados de pesquisa, apresentar os resultados encontrados. Neste capítulo 4, com foco no estudo de caso e quanto aos espaços físicos, a energia elétrica, o oxigênio e o sistema de tratamento do ar, foram identificadas as folgas existentes nessas infraestruturas de suporte às UTIs COVID-19. Também neste quarto capítulo os esforços foram direcionados para outros dois aspectos, seja quanto às adaptações que foram realizadas em algumas áreas, que passaram por transformações para emergencialmente funcionarem como UTI, seja quanto ao papel desempenhado pelas folgas na transformação dessas áreas, complementando com análise comparativa das normas brasileiras e com a percepção dos usuários que trabalharam nessas áreas planejadas para UTIs e adaptadas para funcionamento como UTI na COVID-19. Na sequência (capítulo 5) foi aportada a discussão e reflexão crítica sobre o tema, com lastro em três eixos: o primeiro para compreender a contribuição das folgas nas quatro dimensões da

infraestrutura das UTIs projetadas na resposta à COVID-19, o segundo para compreender essa mesma contribuição quanto às áreas adaptadas para funcionarem como UTI-COVID-19, e o terceiro para apontar as lições aprendidas no contexto da pandemia e a estrutura de análise de folgas. Por fim, na conclusão foram apresentadas as contribuições e limitações deste estudo, assim como indicados alguns possíveis futuros desenvolvimentos de novas pesquisas nessa área.

## **2 FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DAS UTIs**

### **2.1 Breve história das UTIs**

Quanto à evolução das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) até chegar aos dias atuais, Weil et al. (2011) demarcaram uma primeira fase no século XIX, centrada em cuidados vigilantes da enfermagem, em área separada para os pacientes mais graves, junto ao posto de enfermagem. Seguiu-se uma segunda fase no início do século XX, em que foram criados dispositivos e técnicas para compensar a falha de um único sistema orgânico. Neste período surgiram alguns equipamentos, como os de ventilação, de diálise e de reversão de arritmias cardíacas, contexto em que as especialidades médicas de cirurgia e anestesia assumiram um papel preponderante com relação às intervenções que fossem necessárias para salvar um paciente no período pós-operatório e pós-anestésico (WEIL et al., 2011). Estes autores apontam que nessa segunda fase já existia equipamento para suporte para alguma função vital, destacando em especial o contexto da epidemia da poliomielite nos Estados Unidos.

A epidemia da poliomielite pode ser considerada como o pano de fundo fático para o surgimento das UTIs (KELLY et al., 2014), ao menos no contexto europeu, com centenas de crianças em sofrimento por insuficiência respiratória, em Copenhague, no ano de 1952. Vivenciou-se, nesta época um “estado de guerra” (LASSEN, 1953, p. 37), quando se sugeriu que os pacientes fossem ventilados com pressão positiva manualmente, via traqueostomia, pois o hospital só contava com um respirador artificial. Segundo Lassen (1953), essa estratégia reduziu à metade a mortalidade dos pacientes. Um ano após, em 1953, a partir da experiência traumática da pólio, foi instalada a primeira UTI na Europa, no Hospital Blegham, com área exclusiva dedicada a esses pacientes, assim nasceu, também, a terapia intensiva como especialidade (KELLY et al., 2014).

Essa primeira e segunda fases propiciaram, segundo Weil et al. (2011), a evolução para a terceira fase, em que se está atualmente, e que iniciou nos últimos cinquenta anos, com o destaque ao trabalho das equipes da University of Southern California em Los Angeles e da Universidade de Pittsburgh. Trata-se do monitoramento mais abrangente dos pacientes gravemente enfermos e com múltiplas falhas de órgãos vitais e, por isso, ligados a dispositivos de suporte à vida, ou seja, com intervenções multissistêmicas e acompanhamento por equipe multidisciplinar, com médicos intensivistas, enfermeiros especialistas, fisioterapeutas respiratórios e farmacêuticos, com monitoramento automatizado de sinais vitais por sistemas



eletrônicos interligados, com todas as medições e sistemas de alarmes. Essa é a era das UTIs na atualidade, multiprofissional e altamente tecnológica (RASHID, 2014).

## 2.2 Complexidade nas UTIs

Hospitais podem ser definidos como sistemas sociotécnico complexos (EMERY; TRIST, 1960), na medida em que reúnem vários elementos, quais sejam, a interação entre seres humanos, tecnologias, equipamentos e locais de trabalho. Segundo Braithwaite et. al. (2017) a complexidade decorre da densidade das interações que acontecem entre esses diferentes componentes.

Os sistemas complexos têm as seguintes características, segundo Cilliers (1998, 2005): 1) a existência de um grande número de elementos; 2) os elementos interagem dinamicamente e mutuamente ao longo do tempo; 3) as interações não são lineares, embora essas interações em geral aconteçam em curtos intervalos, entre vizinhos imediatos, também há interações de longo alcance; 4) as interações se retroalimentam, tanto positiva quanto negativamente; e 5) o sistema é aberto e interage com o ambiente. O mesmo autor destaca ainda que os sistemas complexos evoluem ao longo do tempo e que é importante conhecer essa dimensão temporal, pois o que aconteceu no passado afeta os comportamentos presentes e futuros.

Todas essas características podem ser identificadas nas UTIs em funcionamento dentro dos hospitais. Trata-se de um ambiente em que trabalham equipes multidisciplinares de saúde especializadas, assim como de outras áreas (ALVES, 2015), como as equipes de obras e manutenção hospitalar (AZEVEDO NETO, 2004), e outras pessoas que estão relacionadas com o atendimento desses pacientes, direta ou indiretamente. O ambiente sociotécnico complexo das UTIs é também um ambiente regido por normativas específicas, de caráter sanitário e técnico, ambiente no qual estão instalados diversos equipamentos, dentre eles os que dão suporte à vida humana, para pacientes críticos com alto risco de vida. Esses serviços de UTI também dependem cada vez mais de TI (Tecnologia de Informação), seja para a gestão integrada das informações, seja para a assistência dos pacientes, com o uso dos prontuários e das prescrições eletrônicas, da dispensação eletrônica de medicamentos, checagem à beira leito (CARAYON et al., 2011; CARAYON, 2006). Norris e Dawant (2002, p. 498) sustentam que a própria integração dos dados fisiológicos dos pacientes através de um sistema de TI, que monitora, emite alertas automatizados e documenta os eventos, consiste em um tipo de interação, e que há uma retroalimentação permanente dessas interações.

Ilustrada a diversidade de elementos presentes nas UTIs, cabe ressaltar que os elementos interagem e que as interações são muito dinâmicas, ricas, não lineares e abertas, no sentido de não estarem restritas ao ambiente interno da UTI, pois os cuidados dos pacientes críticos dependem também de outros serviços de apoio intra-hospitalar. Nesse sentido, Backes (2011, p. 78) esboçou o desenho das redes de apoio de uma UTI adulto como intrincadas “redes não lineares que atravessam as diferentes áreas do saber”, com diversas relações de interdependência com os demais serviços hospitalares, dentro e fora da UTI, rede que enfrentará os mais variados distúrbios, inclusive com risco de rupturas nos serviços (BACKES, 2011).

Em geral, a internação de um paciente na UTI se dá com um diagnóstico feito no próprio hospital (intra-hospital) ou em outros hospitais (BACKES et. al., 2012b). A partir desse fluxo de entrada pode-se observar a intensidade das interações que acontecem no ambiente da UTI, imediatamente ao lado do paciente e com o paciente. Há algumas interações que acontecem em curtos intervalos, entre vizinhos imediatos, como as das equipes assistenciais e o paciente, e também entre vizinhos não imediatos, quando o paciente necessita sair da UTI para a realização de algum exame de imagem, por exemplo. Os fluxos de entrada e saída do paciente da UTI são exemplos de interações no ambiente hospitalar. Sobre o transporte intra-hospitalar fora do espaço físico da UTI, em que a distância percorrida acarreta riscos, é importante garantir segurança, com acompanhamento de equipamentos adequados e pessoal especialmente treinado. Além disso, o local de destino precisa de recursos similares aos da UTI, se forem necessários para o atendimento do paciente (KNIGHT et al, 2015). Os riscos associados ao transporte intra-hospitalar, acrescidos ainda aos riscos da pandemia, são tão grandes que Sheth et al. (2021) avaliaram o uso de um equipamento portátil de ressonância magnética à beira leito em várias UTIs, inclusive uma UTI COVID-19. Esse equipamento viabilizou a realização do exame sem necessidade de transportar o paciente. Pode-se observar, na Figura 1, a existência de espaço físico disponível no quarto da UTI, sem o qual não teria sido possível a incorporação desse novo equipamento.

Figura 1: Figuras A e B com equipamento portátil de ressonância magnética de baixo campo (0,064-Tesla), à beira do leito de UTI.



Fonte: SHETH *et. al.*, 2021.

Maartmann *et. al.* (2021) destacam que as relações e interações são assimétricas, na medida em que há uma relação de dependência e vulnerabilidade, entre o paciente da UTI e os prestadores de cuidados, face aos tratamentos de suporte à vida, situação em que o paciente encontra “vários estressores, como ser confrontado com a própria mortalidade, ruídos desconhecidos, procedimentos invasivos, dor, sedação, delírio e incapacidade de falar” (MAARTMANN *et al.*, 2021, p. 2221). Relativamente ao ambiente da UTI há descrições dos pacientes quanto ao seu entorno, no sentido de ser confuso, com muitos sons e luz e com um fluxo constantes de muitas pessoas (MAARTMANN *et al.*, 2021). Segundo Almerud *et al.* (2007), há relatos de pacientes de terem vivenciado a experiência de impotência na UTI, com o uso de tratamentos muito invasivos e monitoramento de funções vitais por equipamentos, o que, na ótica desses autores, pode estar evidenciando uma relação desigual de poder, do cuidador sobre o paciente da UTI, o que é comum acontecer nesses ambientes com equipamentos de suporte à vida ligados no corpo do paciente.

À essa complexidade, acrescente-se um problema de grande magnitude, o de ter de rapidamente ampliar a capacidade instalada para fazer atendimentos de pacientes críticos com COVID-19 em UTI, em patamares muito acima do que foi projetado, problema esse que passou a afetar os sistemas. Essa expansão emergencial dos leitos de UTI foi um desafio também para o Brasil, principalmente se consideradas as disparidades regionais brasileiras (NORONHA, FERREIRA, 2020).

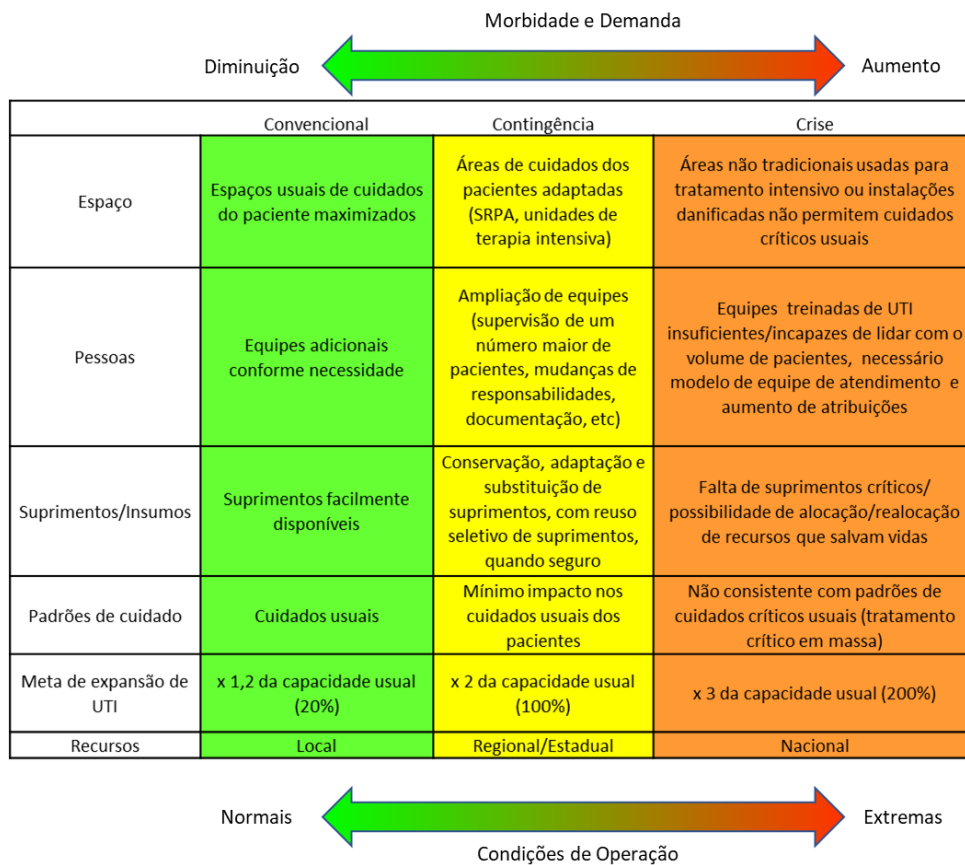
### 2.3 Resiliência e ampliação dos leitos de UTI em tempos de COVID-19

A COVID-19 foi declarada pandemia, no plano internacional, no mês de março de 2020 (WHO, 2020). Essa situação foi inesperada para os sistemas de saúde e colocou inúmeros desafios a serem enfrentados.

Trata-se de uma doença infectocontagiosa de alta transmissibilidade que, nos acometimentos mais graves, de síndrome respiratória grave, os pacientes têm necessidade de fornecimento de oxigênio para manutenção da vida, em especial, através de equipamentos de ventilação mecânica. A criticidade desses pacientes está atrelada à necessidade “de apoio ventilatório, vigilância e manejo na UTI”, sob os seguintes parâmetros: “ $PaO_2 / FiO_2 \leq 250$ , radiografia do tórax com focos de consolidação esparsos bilaterais, frequência respiratória  $\geq 30$  ou saturação de  $\leq 90\%$ , presença de síndrome de desconforto respiratório agudo (SDRA), septicemia ou choque séptico” (OPAS, 2021, p. 4). Esse foi um dos desafios: pensar em como ampliar rapidamente a capacidade hospitalar para atendimento especializado nas UTIs.

Segundo Hick et al. (2014), muitas situações podem levar a uma necessidade de aumentar a capacidade com relação ao quantitativo de leitos de UTI, o que, segundo o consenso já estabelecido (CHEST Consensus Statement), pode se dar em momentos convencionais, em momentos de contingenciamento e em momentos de crise, que é o caso das pandemias. Ordinariamente (em momentos convencionais) os autores sustentam que as UTIs deveriam suportar um incremento de até 20% na sua ocupação. Já no contexto de uma situação especial de contingenciamento, esse percentual é majorado para 100%, quando poderiam ser utilizadas outras áreas existentes no hospital, adaptadas para leitos de UTI. Já nos momentos de crise, e a pandemia é um momento excepcional de crise, essa capacidade poderia ser incrementada em até 200%, admitindo-se construções provisórias e até mesmo a utilização de outras áreas, externas à instituição. Interessante notar que estes autores traçam uma correlação, qual seja, entre as condições em que operam as áreas destinadas às UTIs e a segurança dos pacientes, conforme observa-se na Figura 2.

Figura 2: Um modelo para o planejamento da capacidade de cuidados intensivos, para momentos convencionais, de contingência e de crise.



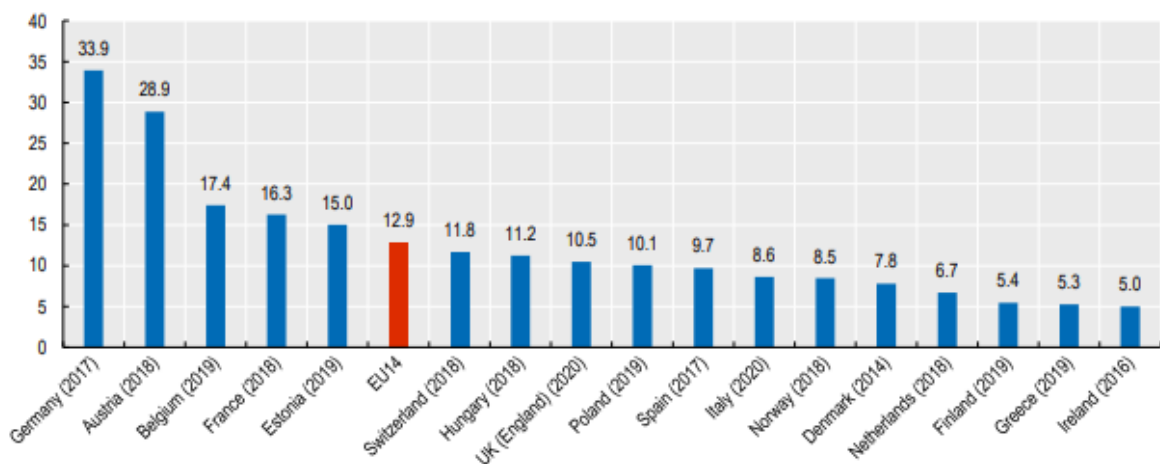
Fonte: HICK *et al.* 2014.

Nesse contexto, é essencial fazer com que os sistemas de saúde tenham um desempenho resiliente (HOLLNAGEL *et al.*, 2019), com a capacidade de “sustentar a operação frente a condições esperadas e inesperadas” (HOLLNAGEL, 2014, p. 222), o que exige que o sistema tenha “flexibilidade, robustez e adaptabilidade em resposta a mudanças” (ELLIS *et al.*, 2019, p. 242). Para Hollnagel (2014, 2017) a capacidade de resiliência pode ser decomposta em quatro potenciais (sub)capacidades complementares e que se retroalimentam: responder, monitorar, aprender e antecipar. Reitera-se o afirmado na introdução, de que quanto à potencial capacidade de responder, trata-se de adaptar o sistema para continuar operando, mesmo frente a interrupções ou variações esperadas ou inesperadas. Quanto à potencial capacidade de monitorar, trata-se de identificar e acompanhar o que é (ou pode vir a ser) um risco para o funcionamento do sistema. Quanto à potencial capacidade de aprender com a experiência, pode se dar tanto com relação ao que deu certo quanto o que deu errado. Quanto à potencial capacidade de antecipar possíveis situações futuras, pode se dar a partir do aprendizado.

Cabe enfatizar, todavia, que essas capacidades são potenciais. Para ilustrar que se trata de uma potencialidade, cabe referir as lições de Slater et al. (2022), que entendem que as respostas à COVID-19 foram muito tardias no Reino Unido e também na OMS, pois em geral passam-se longos anos até que sejam divulgados inquéritos públicos para essas situações graves de saúde pública. Esses autores sustentam que infelizmente há uma falta de aprendizado com relação a graves situações que já enfrentadas, em outras regiões, afirmando que a “experiência das autoridades taiwanesas e sul-coreanas em lidar com as pandemias de MERS e SARS parece ter sido ignorada. Parece haver uma predileção no sistema por não aprender e antecipar” (SLATER, 2022, p. 11).

No contexto alemão, país europeu que tem o maior número de leitos de UTI por habitantes (RHODES, MORENO, 2012; OCDE, 2020, p. 50), conforme pode ser observado na Figura 3, há estudo mais centrado nos leitos de UTI como principal indicador para o atendimento dos pacientes com COVID-19 (HUBER et. al., 2021). Este estudo também considera aspectos quantitativos e qualitativos, descrevendo três tipos de leito de UTI: aqueles com ventiladores de oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), para os casos mais graves; aqueles equipados para ventilação invasiva; e aqueles sem ventilação invasiva. Todavia este estudo sobre os tipos de UTIs alemãs para o enfrentamento da COVID-19 não analisa mais detidamente a infraestrutura de suporte para essas UTIs.

Figura 3: Quantidade de leitos de UTI antes da COVID-19, último ano disponível (por 100.000 habitantes), no âmbito europeu.



Fonte: OECD/European Union, Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU, 2020.

Desigualdades com relação aos leitos de UTI, seja quanto ao número de leito por 100.000 habitantes, seja quanto à distribuição desses leitos em países europeus já eram conhecidas muito antes da COVID-19 (OCDE, 2020). Ocorre que no contexto da pandemia o problema foi agravado, exigindo estratégias para rápida ampliação dos leitos em curto espaço de tempo. Bauer et al. (2020) traçaram uma correlação entre a maior disponibilidade de leitos de UTI e o menor número de mortes por COVID-19 em 14 países na Europa.

Já quanto ao panorama brasileiro, Rhodes e Moreno (2012), muito antes da pandemia da COVID-19, já tinham identificado, no ano de 2010, que o número de leitos de UTI disponíveis para a população era de 13 por 100.000 habitantes, valor esse acima da média europeia à época (de 11,5 por 100.000 habitantes) Este estudo também constatou disparidades na distribuição das UTIs em um país com dimensões continentais como o Brasil, com concentração em grandes centros, nas regiões sudeste e sul. Ademais, Rhodes e Moreno (2012, p. 323) manifestam uma preocupação adicional, que é a “falta de uma definição consistente do que seja atualmente um leito de UTI.”. Os autores afirmam que “embora todos concordem sobre o que seja um típico paciente de terapia intensiva, países diferentes têm critérios diferentes para definir um leito hospitalar como de UTI” (RHODES, MORENO, 2012, p. 323).

Nesse sentido, no contexto brasileiro também foram muitos os esforços empreendidos para ampliação de leitos, principalmente de UTI. Bitencourt et. al. (2021) apresentaram um breve panorama das diversidades encontradas nas adaptações e construções (permanentes e provisórias) para a COVID-19 em diversas localidades do Brasil, inclusive hospitais de campanha e um hospital flutuante no Estado do Pará. Já Grabois et al. (2020) editaram nota técnica para orientar as adaptações na capacidade hospitalar brasileira, para responder à COVID-19. Ransolin et. al. (2021) analisaram a influência do ambiente construído hospitalar como um todo, em um hospital privado, no sul do Brasil, na resiliência dos serviços de saúde para o enfrentamento da COVID/19.

Quanto ao potencial para responder, a quantidade de leitos adicionais de UTI (para além dos planejados) depende de conhecimento a respeito da capacidade instalada da instituição em relação à infraestrutura disponibilizada nos leitos, e à equipe responsável pela gestão da infraestrutura hospitalar. O conhecimento sobre a capacidade instalada permitirá analisar a possibilidade de ampliação e a concepção de ações que viabilizem ajustes na operação, caso exista flexibilidade para fazer ajustes, com segurança. Esses aspectos serão analisados no Capítulo 4.

Com relação ao potencial de monitorar, as equipes multidisciplinares, que trabalham nos ambientes hospitalares e que conhecem a infraestrutura, devem demarcar quais são os

aspectos que devem ser monitorados permanentemente. Os aspectos a serem monitorados serão os que afetem (ou possam vir a afetar), positiva ou negativamente, a saúde do paciente e o desempenho desse microsistema organizacional de assistência ao paciente. Os indicadores de desempenho devem detectar se aconteceu alguma mudança nas condições de trabalho na UTI, inclusive no que diz com a própria capacidade de monitoramento, de compartilhamento de informações relevantes entre as equipes envolvidas, com feedback sobre as situações monitoradas e a revisão contínua dos processos assistenciais.

Com relação ao potencial de aprender, o sistema deve ser capaz de aprender com a(s) experiência(s) vivenciadas na UTI (em especial aprender com as experiências que deram certo, mas também com as experiências que não deram certo), ou seja, saber o que aconteceu, como aconteceu e por que aconteceu. É essa aprendizagem significativa que permitirá fechar o ciclo e retroalimentar um outro ciclo, com melhor possibilidade de antecipar novos acontecimentos com relação às condições de operação dos leitos de UTI, seja para atendimento de novas demandas (aditivas ou restritivas), ou seja, para pensar a respeito de riscos, buscando a segurança dos pacientes da UTI e também das equipes de assistência e de apoio.

As questões relacionadas aos cuidados de saúde nas UTIs, com foco na infraestrutura de suporte para esses serviços, são ainda pouco estudadas, principalmente se considerados aumentos inesperados de novos leitos, para atendimento dos pacientes em estado grave. A infraestrutura é uma variável que necessita ser estudada à luz de referenciais teóricos explícitos, para avaliar se existem recursos de folgas nessas infraestruturas e em que medida esses recursos de folgas podem ajudar na redução dessa variabilidade, tornando-se um recurso importante para poder avaliar a(s) capacidade(s) de resiliência desses sistemas.

## **2.4 Folgas**

Saurin (2015) classifica folgas considerando dez (10) critérios, assim como constrói proposta de um modelo para avaliar esses recursos de folgas, modelo que é testado em um ambiente na área da saúde, a maternidade de um hospital privado no sul do Brasil (SAURIN, WERLE, 2017). Eis a classificação de Saurin (2015):

- 1) quanto à origem, as folgas podem ser planejadas e não planejadas (ou oportunísticas). As primeiras consubstanciam a existência de recursos sobressalentes planejados com base em decisões tomadas no nível organizacional. Exemplos desse tipo de folga são as decisões institucionais que, na gestão de estoque de medicamentos, planejam a compra com folgas que considerem margens de segurança previamente dimensionadas (SAURIN, 2015;



SAURIN, WERLE, 2017). Já quanto as folgas não planejadas, os autores se referem a iniciativas isoladas e informais das equipes, para solucionar provisoriamente problemas como, por exemplo, o pedido de empréstimo de suprimentos, para outros hospitais; colocação de camas extras em corredores). Na visão de Saurin (2015, p. 2), “a folga projetada surge da resiliência organizacional proativa, enquanto a folga oportunista depende da resiliência reativa de um indivíduo ou da equipe”

- 2) quanto à natureza, os recursos de folga podem ter uma natureza material (física) e também imaterial, a exemplo de espaço, materiais, tempo, dinheiro, informação e pessoas. Como exemplo desse tipo de folga, que pode ser difícil de quantificar, são as “perspectivas para resolver um problema e graus de liberdade em procedimentos operacionais padrão” (SAURIN, 2015, p. 2).
- 3) quanto à disponibilidade, os recursos de folga podem ser de disponibilidade imediata ou não. A disponibilidade é tanto mais fácil quanto mais próxima a folga estiver do local de uso (SAURIN, 2015). Em estudo de caso sobre uma maternidade, Saurin e Werle (2017) propõem critérios para avaliar o tempo para disponibilidade, que pode ser alta, moderada e baixa (se o recurso de folga pode estar disponível em menos de 5 minutos; se esse tempo estiver no intervalo entre 5 e 30 minutos; se o tempo é superior a 30 minutos, respectivamente).
- 4) quanto às estratégias de implantação, Formoso et al (2021) sustentam que são duas categorias centrais: redundância e flexibilidade. A primeira implica necessariamente em excesso, ou melhor, em recursos adicionais colocados à disposição. A segunda, “está relacionada ao fato de que diversos recursos podem ser utilizados de diferentes formas, por exemplo, trabalhadores polivalentes, equipamentos polivalentes” (FORMOSO et, al, 2021, p. 190). Por outro lado, Saurin (2015) identifica cinco tipos de estratégias: redundância, adoção do modelo *work-in-process* (WIP), margem de manobra, implementação da diversidade cognitiva e a folga de controle. Redundância e as suas variadas subcategorias, que são: redundância em standby, redundância ativa, duplicação de funções e a concepção de procedimentos redundantes (SAURIN, 2015). A redundância em standby (ou em modo de espera) se dá quando o recurso de folga redundante não está imediatamente envolvido no processo, ou seja, ele tem de ser chamado, se e quando for necessário. A redundância ativa se dá quando o recurso de folga redundante já está em operação, ou seja, já executa uma função ou já está envolvido em uma tarefa. A duplicação de funções é aquela em que o desempenho de uma mesma função é executado por duas unidades diferentes. A concepção de procedimentos redundantes é o envolvimento de diferentes

profissionais e tipos de inspeções e verificações para detectar possíveis falhas, durante as etapas do processo (SAURIN, WERLE, 2017). Quanto à adoção do modelo *work-in-process* (WIP), que cria filas entre as estações de trabalho, dando mais estabilidade aos processos (SAURIN, 2015), é uma estratégia de implantação de folgas muito frequente nos processos industriais de manufatura. Relativamente à margem de manobra (SAURIN, 2015), está subdividida em três tipos: tipo 1 (de manter a margem local ao usar a margem de outra unidade), tipo 2 (a unidade se reorganiza localmente, ela própria criando margem de manobra) e tipo 3 (ação coletiva de duas ou mais unidades para reorganizar ou criar recursos comuns). Como exemplos para essas folgas relacionadas com as margens de manobra, Stephens et al. (2011) analisaram estratégias adaptativas de interação entre o setor de emergência com outros serviços de um hospital: estratégia defensiva, quando um serviço de UTI deixa de receber pacientes do setor de emergência, mantendo o paciente neste local; estratégia autônoma, quando a emergência flexibiliza seus critérios para alta de pacientes psiquiátricos nos finais de semana; estratégia cooperativa, quando a emergência cede parte de seu espaço físico e o setor de internação cede parte de sua equipe de enfermagem para criarem uma área de pré-internação. Sobre a implementação da diversidade cognitiva, é estratégia que viabiliza, em uma organização, maior confiabilidade pela soma das distintas perspectivas analíticas dos seus membros (SAURIN, 2015). Já a folga de controle “implica graus individuais de liberdade na atividade organizacional, com alguma amplitude de ação individual não limitada por estruturas formais de coordenação ou comando” (SAURIN, WERLE, 2017, p. 441)

- 5) quanto à sua visibilidade, a visualização dos recursos de folga existentes no ambiente de trabalho deveria ser fácil e rápida, para que possa efetivamente viabilizar ajustes, se e quando necessários (SAURIN, 2015). Na área da saúde, Saurin e Werle (2017), e para estudo de caso em uma maternidade, propõem critérios para avaliar a visibilidade das folgas:

(i) alta visibilidade, quando o status da folga é visível em tempo real (por exemplo, por meio de tabelas, telas exibidas publicamente ou observação direta no ambiente de trabalho do entorno) sem necessidade de comunicação verbal ou verificação de informações no sistema informatizado; (ii) visibilidade moderada, quando houver necessidade de troca verbal de informações e/ou verificação do sistema informatizado; e (iii) baixa visibilidade, quando não se verificam as condições definidas para visibilidade alta e moderada, ou quando não é possível conhecer o estado dos recursos de folga. (SAURIN, WERLE, 2017, p. 441)

- 6) quanto à tolerância: variabilidade máxima que a folga pode suportar;
- 7) quanto aos efeitos colaterais: face à alta interconexão e as interações entre os elementos de um sistema sociotécnico complexo, a introdução de um recurso de folga nesse contexto pode impactar na natureza das interações e, conseqüentemente, pode provocar efeitos colaterais, pois “a introdução da folga não é uma ação neutra” (SAURIN, 2015, p. 3; SAURIN, WERLE, 2017, p. 441).
- 8) quanto à durabilidade ou o tempo que uma folga mantém suas propriedades (grau de degradação), ainda que não utilizado (SAURIN, 2015).
- 9) quanto à amplitude das variabilidades cobertas pela folga, Saurin (2015) sustenta que este é um critério relacionado com a natureza da folga, pois quanto maiores forem as fontes de variabilidade coberta pela folga, mais geral será a folga, exemplificando com as folgas financeiras, que, em princípio, pode ser utilizado para implementar variados tipos de folga. Saurin e Werle (2017) propuseram os seguintes percentuais para avaliar esse escopo: folgas de amplo escopo (cobrem 60% das fontes de variabilidade conhecidas), folgas de escopo moderado (cobrem de 30% a 60% das fontes de variabilidade) e folgas de baixo escopo (cobrem menos de 30% das fontes de variabilidade)
- 10) quanto à hierarquia, trata-se da posição hierárquica da folga ao longo de uma cadeia linear de defesas contra as variabilidades;

Formoso et al (2021) acrescentam ainda um outro aspecto importante para pensar esses critérios classificatórios, qual seja, identificar se os recursos de folga são reais ou potenciais, no seguinte sentido:

real significa que os recursos são de alguma forma mais do que o mínimo necessário para produzir um determinado nível de saída organizacional, enquanto o potencial está relacionado a fornecer às pessoas a capacidade de aprender para poder responder (FORMOSO et al, 2021, p. 190)

Como se pode verificar, a partir desses esforços classificatórios, há uma ampla gama de possíveis recursos de folgas. As suas características são bastante variadas e os critérios utilizados anteriormente com certeza auxiliam na compreensão e na adequada utilização dos recursos de folga, consideradas as funções que elas desempenham.

Segundo Bourgeois (1981), os recursos de folgas desempenham três principais funções.

1) Primeira, evitar rupturas na organização, tendo recursos de reserva para lidar com um aumento repentino de atividades;

2) Segunda, propiciar recursos que permitam que uma organização se ajuste, em face de mudanças bruscas no ambiente externo, com um mínimo de trauma;

3) Terceira, propiciar recursos que permitam que uma organização experimente inovações, seja com a introdução de novos produtos ou novos estilos de gestão.

Considerando essas três principais funções desempenhadas pelas folgas (BOURGEOIS, 1981), e também que o hospital é um sistema vivo que responde às necessidades do seu tempo, que monitora, que aprende e que antecipa, nesta pesquisa a atenção está voltada para a resposta a uma mudança traumática proveniente do ambiente externo, provocada pela COVID-19, com foco na infraestrutura de um dos microssistemas hospitalares mais demandado durante a pandemia: o das unidades de terapia intensiva para adultos (UTIa).

Diversos recursos de folga em UTIs são exigidos por regulamentações obrigatórias (SAURIN, WERLE, 2017), que incluem explicitações técnicas específicas, atreladas a vários aspectos da infraestrutura, relativas ao espaço físico (espaço edificado) e a suas instalações (espaço instalado). Nesse sentido, no item a seguir serão examinadas questões relativas a quatro dimensões da infraestrutura das UTIs (delimitação também justificada na parte metodológica (Capítulo 3): o espaço físico, o fornecimento de energia elétrica, o fornecimento de oxigênio e os aspectos relativos à qualidade do ar.

## **2.5 Infraestrutura das UTIs: quatro dimensões**

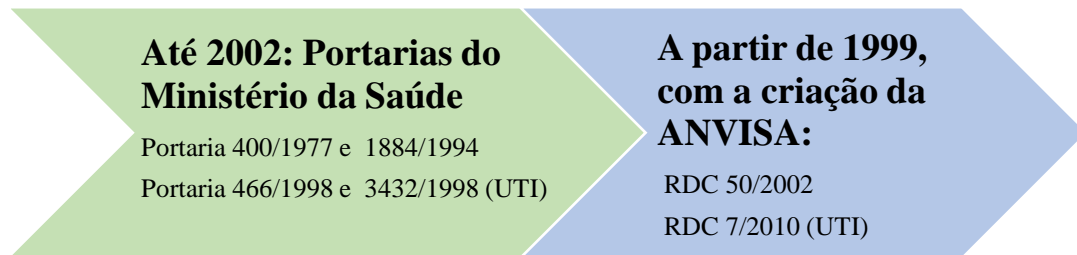
### **2.5.1 Infraestrutura do espaço físico**

No Brasil, as primeiras normas sobre edificações na área da saúde foram editadas nos anos de 1977 e 1994. Nestas oportunidades, o Ministério da Saúde, através da Portaria 400/1977 e, posteriormente, pela Portaria 1884/1994 (BRASIL, 1994), estabeleceu os requisitos mínimos para os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).

No ano de 1998 foram editadas várias portarias do Ministério da Saúde sobre unidades de tratamento intensivo: a Portaria 466/1998, com o regulamento técnico; e a Portaria 3432/1998, com os critérios para classificação de Unidades de Tratamento Intensivo (UTI).

Ocorre que no ano de 1999 a Lei 9.782/1999 definiu o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e criou uma agência nacional específica para essa temática, a ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BITENCOURT, COSTEIRA, 2014a), que a partir de então passou a ter a atribuição de editar normas, que anteriormente eram do Ministério da Saúde, conforme a Figura 4.

Figura 4: Elemento gráfico sobre mudança dos marcos normativos para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Atualmente, os requisitos mínimos para o ambiente construído hospitalar estão contemplados em norma da ANVISA, a Resolução da Diretoria Colegiada de número RDC 50/2002 (ANVISA, 2002) que é a norma geral com o regulamento técnico para o planejamento, a programação, a elaboração, avaliação e aprovação dos projetos físicos, além de outras resoluções complementares sobre temas específicos, com as alterações que aconteceram ao longo do tempo, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Relação de normas da ANVISA, relacionados ao tema desta dissertação.

	Ano	Ato		Assunto	Status	Alterações
1	2000	RDC	48	Roteiro de Inspeção do Programa de Controle de Infecção Hospitalar	Vigente	
2	2002	RDC	50	Regulamento Técnico: planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos	Vigente c/6 alterações	Alterado pela RDC 307/2002; RDC 189/2003; RDC 171/2006; RDC 36/2008; RDC 38/2008; RDC 51/2011);
3	2003	RE	9	Orientação Técnica: Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente	Vigente	
4	2006	RDC	93	Manual Brasileiro de Acreditação de Organizações Prestadoras de Serviços de Saúde e as Normas para o Processo de Avaliação		
5	2009	RDC	8	Medidas para reduzir infecções por micobactérias de crescimento rápido (MCR)	Vigente	
6	2010	IN	4	Avaliação de Unidades de Terapia Intensiva	Vigente	
7	2010	RDC	7	Requisitos mínimos para funcionamento de UTI	Vigente c/2 alterações	Alterado pela RDC 26/2012; RDC 137/2017.
8	2011	RDC	63	Boas Práticas de Funcionamento	Vigente	
9	2013	RDC	36	Ações para segurança do paciente	Vigente com 1 alteração	Alterado pela RDC 53/2013 (esta alteração foi revogada pela RDC 292/2019)
10	2021	RDC	509	Gerenciamento de tecnologias em saúde	Vigente	Revogou a RDC anterior (RDC 2/2010)

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados fornecidos no site da ANVISA, atualizados até 28.01.2022. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao/#/>. Acesso em 01 fev. 2022.

Com relação ao espaço físico, Thompson et al. (2012) demonstraram que a qualidade da assistência ao paciente melhora quando prestada por uma equipe com formação bastante heterogênea (médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, farmacêuticos, nutricionistas, profissionais de serviço social, capelães, etc.). Todos esses profissionais, para além do quarto do paciente internado, que é “o componente mais importante da zona de cuidados do paciente nas UTIs” (RASHID, 2014, p. 12), necessitam de locais para o desempenho das suas funções, no seu ambiente de trabalho, como o posto assistencial e a prescrição médica, dentre outros. Daí a importância de que os espaços físicos sejam adequados e suficientes para as atividades assistenciais prestadas pelas equipes de pessoal em uma UTI.

Gurses e Carayon (2009, p. 511) identificaram vários obstáculos para o trabalho no microsistema da UTI, dentre eles o ambiente físico de trabalho, como o “espaço de trabalho insuficiente na unidade durante os turnos diurnos”, face ao compartilhamento dos espaços de trabalho entre os profissionais da assistência, por exemplo, espaços insuficientes para fazer os registros na posição sentada, durante o dia.

Nas unidades de terapia intensiva (UTI) o ambiente é um fator estressante, contexto em que a comunicação face-a-face entre as equipes, assim como o trabalho colaborativo e o aprendizado, assumem um papel relevante (CAI, ZIMRING, 2012), exatamente por se tratar de atendimento de pacientes críticos. Segundo Calle et al (2017) o “ambiente físico da UTI deve permitir que o processo de cuidado da saúde aconteça em um ambiente saudável e que contribua para a melhoria do estado físico e psicológico dos pacientes, profissionais e familiares” (CALLE et al., 2017, p. 12; RANSOLIN, 2019; OBEIDAT et al. 2021).

Nesse sentido, o norte a ser seguido quanto ao design e dimensionamento de áreas nas UTIs é o de criar ambientes de trabalho saudáveis. Nesse contexto as chefias da enfermagem têm um papel relevante a desempenhar (GREGORY et al., 2021), na medida em que vivenciam o dia-a-dia da UTI, com todas as suas rotinas e as várias práticas adaptativas implementadas no processo assistencial. Um exemplo de uma prática adaptativa adotada em hospital brasileiro durante a COVID-19, foi quando um paciente muito solitário recebeu o “carinho” de luvas de látex cheias de água morna, amarradas às suas mãos.

Com relação à adequação espacial da UTI, Verderber et al (2021, p. 397) referem que problemas relacionados ao ambiente físico são frequentemente identificados, a exemplo de “espaços de trabalho barulhentos e lotados e áreas insuficientes dedicadas à documentação médica”. No plano acadêmico e na prática persiste um debate a respeito de qual seria o melhor formato espacial para a UTI e, conseqüentemente, a melhor localização e distribuição do posto assistencial. Especificamente sobre este último, há layouts diferenciados, com postos

centralizados, descentralizados e híbridos, com vantagens e desvantagens para cada um deles. É importante destacar que esse desenho repercutirá nas interações pessoais das equipes de saúde entre si e também com o paciente (VERDERBER et al., 2021).

Anote-se que nos estudos mencionados não se analisou especificamente a metragem do posto assistencial, e sim o seu formato e a relação deste com o desempenho das equipes no exercício de suas funções assistenciais. As diretrizes americanas do Facility Guidelines Institute (FGI, 2018), que é uma organização privada sem fins lucrativos que desenvolve parâmetros para orientar o planejamento, projeto e construção de hospitais adotadas por 42 estados americanos, também não determina áreas mínimas para postos assistenciais. Essa instituição americana preconiza que deva ser calculado o número de pessoas que irão trabalhar no local, assim como devam ser arroladas as funções a serem exercidas e espaços necessários, aspectos que deverão pautar a definição métrica dos espaços físicos.

Relativamente às dimensões do posto de enfermagem ou assistencial, se considerados outros profissionais que atuam neste espaço, como enfermeiros, médicos, fisioterapeutas, nutricionistas, dentre outros, aconteceram diversas alterações ao longo do tempo, que são abordadas por Draganov e Sanna (2018) até chegar na normativa da RDC 50/2002, de pelo menos 6 m<sup>2</sup> como área mínima.

No Brasil, a ANVISA estabelece que a área mínima a ser contemplada nas UTIs para os profissionais que ali trabalham é de 7,5 m<sup>2</sup> (6 m<sup>2</sup> para o posto assistencial e 1,5 m<sup>2</sup> para a prescrição médica), área que é bastante exígua para acomodar o quantitativo mínimo de profissionais. Ao se cruzar os parâmetros da RDC 50/2002 com a RDC 7/2010, norma que estabelece os requisitos para funcionamento de uma UTI, se verifica que trabalham, por turno, pelo menos 10 profissionais assistenciais em uma UTI com 10 leitos. Veja-se ainda que, exclusivamente para o contexto da pandemia da COVID-19, o Conselho Federal de Enfermagem, por exemplo, ampliou o quantitativo de enfermeiros e técnicos (COFEN, Parecer Normativo 02/2020), elevando o número mínimo para 13 profissionais, acréscimo de 30%, em função da complexidade do paciente, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Comparativo das normas RDC 50 e RDC 7 da ANVISA, 2010) e do Conselho Federal de Enfermagem para o período da COVID-19

ANVISA RDC 50/2002 Espaços físicos	ANVISA RDC 7/2010 Equipe multidisciplinar	COFEN parecer normativo COFEN nº 02/2020 – exclusivo p/vigência na pandemia
Posto assistencial: 6m <sup>2</sup>  Prescrição médica: 1,5 m <sup>2</sup>	<b>Além dos 3 responsáveis técnicos (médico, enfermeiro e fisioterapeuta)</b> , a equipe multiprofissional deve contar com no mínimo: I - Médico diarista intensivista/rotineiro: 01 (um) para cada 10 (dez) leitos ou fração, nos turnos matutino e vespertino; II - Médicos plantonistas: mínimo 01 p/10 leitos ou fração, em cada turno. III - Enfermeiros assistenciais: mínimo 01/10 (dez) leitos ou fração, em cada turno; IV - Fisioterapeutas: mínimo 01 p/10 (dez) leitos ou fração, nos turnos matutino, vespertino e noturno, V - Técnicos de enfermagem: mínimo 01 p/ 02 leitos em cada turno; (ou 05 técnicos p/10 leitos); VI - Auxiliares administrativos: mínimo 01 exclusivo da unidade;	1 (um) Enfermeiro a cada 5 (cinco) leitos ou fração e  1 (um) Técnico de Enfermagem a cada 2 (dois) leitos ou fração,  1 (um) Técnico de Enfermagem a cada 5 (cinco) leitos, para serviços de apoio assistencial em cada turno.  Ainda: face a complexidade da assistência, o enfermeiro poderá designar técnico de enfermagem exclusivo p/o paciente (1 Técnico de Enfermagem para 1 paciente), tendo em vista a gravidade do paciente e a carga de trabalho, (como por exemplo, nos casos de necessidades de hemodiálise, pronação, entre outros).
7,5 m <sup>2</sup>	10 profissionais /turno	13 profissionais a 17 /turno

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando agora o quarto de internação na UTI, que é “o componente mais importante da zona de cuidados do paciente nas UTIs” (RASHID, 2014, p. 12), alguns apontamentos são necessários. Embora o objetivo deste estudo não seja fazer comparativos das normas de UTI de distintos países, foi localizada uma publicação que acompanhou duas décadas de evolução do design físico de UTIs premiadas nos Estados Unidos da América (RASHID, 2014), por três entidades de classe representativas de médicos intensivistas (*Society Critical Care Medicine*), de enfermeiros intensivistas (*American Association Critical-Care Nurses*) e os arquitetos da área da saúde (*American Institute os Architects/ Academy of Architecture for Health*). No caso das UTIs americanas, segundo as diretrizes para o quarto da UTI, do *Facility Guidelines Institute* (FGI, 2018), já referido anteriormente, o tamanho do quarto deve ser determinado pelo uso funcional pretendido, considerando os seguintes requisitos:

- a) Cada estação de atendimento ao paciente deve ser uma sala para um único paciente.
- b) Área de quarto de UTI: área livre mínima de 200 pés quadrados (18,58 m<sup>2</sup>) com uma largura mínima de parede de cabeça de 13 pés (3,96 metros) por cama.



c) Todos os quartos de pacientes em cuidados intensivos adultos e pediátricos devem ter as seguintes medidas mínimas:

- i. 1 pé (30,48 centímetros) da cabeceira da cama até a parede
- ii. 5 pés (1,52 metros) do pé da cama até a parede
- iii. 5 pés (1,52 metros) no lado da transferência
- iv. 4 pés (1,22 metros) no lado de não transferência

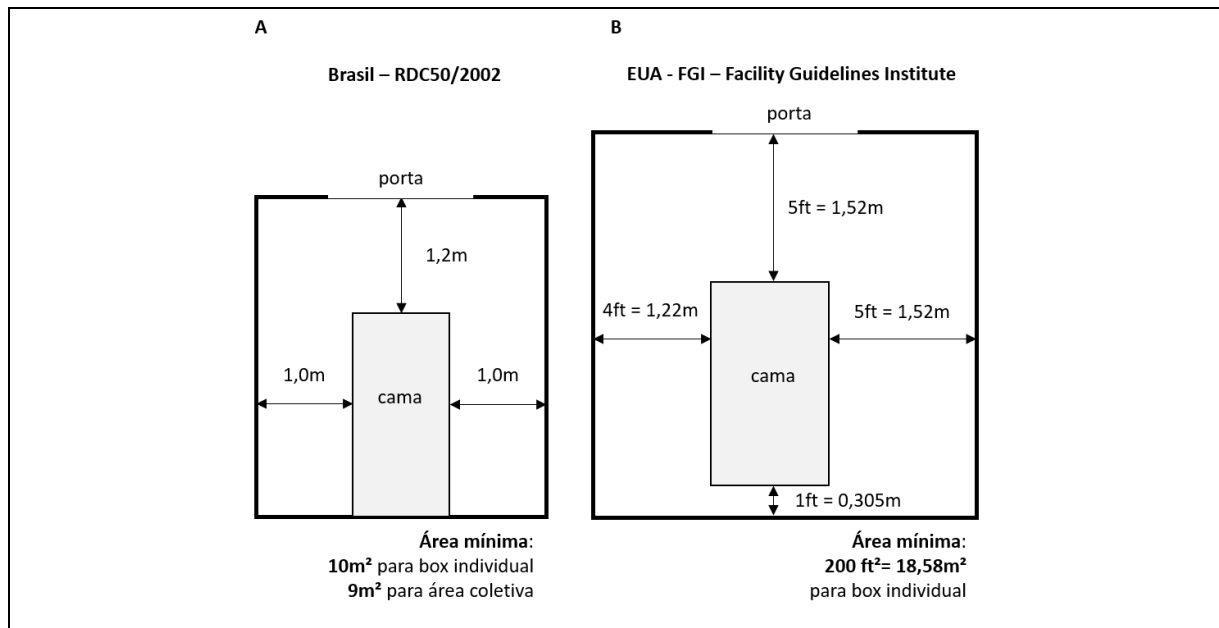
d) Na renovação (reforma) das unidades de UTIs já existentes, diante da impossibilidade cumprir com esses padrões mínimos, excepcionalmente admite-se que as autoridades sanitárias aprovelem alguns desvios desses requisitos, desde que atendidos dois aspectos: quarto de UTI deve ser individual, para um único paciente, e deve ter uma área livre mínima de 150 pés quadrados (13,94 m<sup>2</sup>).

e) O quarto de UTI deve ser dimensionado para permitir um mínimo de dois visitantes sentados, sem interferir no acesso dos provedores ao paciente e ao equipamento.

Já no caso brasileiro, as dimensões mínimas do quarto de UTI são as preconizadas pela autoridade sanitária (ANVISA) na RDC 50/2002, de no mínimo 10 m<sup>2</sup> por box, com leito à distância de 1 m das paredes laterais e pelo menos 1,2 m entre o pé da cama e a parede, o que resulta em 3,2 m de comprimento e 3,0m de largura.

No intuito de ilustrar comparativamente esses distintos padrões mínimos, americano e brasileiro, apresenta-se a Figura 5 esquemática, a seguir, com as dimensões mínimas de um quarto de UTI.

Figura 5: Dimensões mínimas de um quarto (box) de UTI conforme a RDC 50 (A) e conforme o Facility Guidelines Institute (FGI, 2018) (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.5.2 Infraestrutura da energia elétrica

Em que pese não se ter localizado nenhum regulamento, resolução ou norma técnica brasileira que indique explicitamente a necessidade ou obrigatoriedade do uso de dupla alimentação elétrica em instalações hospitalares brasileiras, esse tipo de folga na infraestrutura elétrica é muito importante para segurança das operações como um todo (ROSAS, 2018). É por esta razão que é recomendável que seja instalada uma dupla alimentação, sempre que possível, isso para aumentar a disponibilidade (e a confiabilidade) no fornecimento imediato de energia.

Observa-se se que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que regula o setor elétrico brasileiro, criada pela Lei 9.427/1996, permite essa dupla entrada desde que exista viabilidade técnica. Para tanto, a partir de 2012 foram estipuladas regras sobre quem arca com os custos de implantação e custeio da segunda rede, conforme art. 46 da Resolução Normativa 414/2010 (ANEEL, 2010).

A norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR-13.534, sobre instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – requisitos para segurança, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2008), não considera a entrada de energia alternativa de concessionária (rede pública) como fonte de energia de segurança, apesar de contribuir, e muito, para a confiabilidade de sistemas vitais para o funcionamento dos hospitais

(PARISE et. al., 2021, p. 97). Acredita-se que o fato de ter duas entradas independentes constitui uma folga de 100%.

Já a norma da autoridade sanitária brasileira, a RCD 50/2002 da ANVISA estabelece que há necessidade de rede elétrica de emergência (EE) para três (3) espaços físicos na UTI:

- a) o posto de enfermagem,
- b) a prescrição médica e
- c) o quarto do paciente (neste também exige elétrica diferenciada (ED), para atender as necessidades específica dos equipamentos)

No caso de uma falha no fornecimento de energia elétrica, as normativas brasileiras, da ABNT e da ANVISA, estabelecem parâmetros para o restabelecimento do fornecimento de energia elétrica em classes. Três destas classes são comuns a ambas: restabelecimento em até 0,5 segundos; restabelecimento em até 15 segundos e restabelecimento em mais de 15 segundos, conforme apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Comparativo do tempo para restabelecimento de energia, segundo norma da ABNT e da ANVISA.

Tempo para restabelecer a energia	ABNT (NBR 13.534)	ANVISA (RDC 50)
CLASSE 0 (sem interrupção)	Alimentação disponível automaticamente sem interrupção	Sem previsão
CLASSE 0,15 (interrupção muito breve)	Alimentação disponível automaticamente em até 0,15 s.	Sem previsão
CLASSE 0,5 (interrupção breve)	Alimentação disponível automaticamente em até 0,5 s.	Trata-se de uma fonte capaz de assumir automaticamente o suprimento de energia em no máximo 0,5 s e mantê-la por no mínimo 1 h. Essa classe destina-se à alimentação de luminárias cirúrgicas.
CLASSE 15 (interrupção média)	Alimentação disponível automaticamente em até 15 s.	Equipamentos eletromédicos utilizados em procedimentos cirúrgicos, sustentação de vida (p. ex. equipamentos de ventilação mecânica) e aqueles integrados ao suprimento de gases devem ter sua alimentação chaveada automaticamente para a fonte de emergência em no máximo 15 s, quando a rede elétrica acusar queda superior a 10% do valor nominal por um período superior a 3 s devendo garantir o suprimento por 24 horas.
CLASSE >15 (interrupção longa)	Alimentação disponível automaticamente em mais de 15 s.	Equipamentos eletroeletrônicos não ligados diretamente a pacientes, como por exemplo, equipamentos de lavanderia, esterilização de materiais e sistemas de descarte de resíduos, admitem um chaveamento automático ou manual para a fonte de emergência em um período superior a 15 s, devendo garantir o suprimento por no mínimo 24 h.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As normas da ABNT e da ANVISA também classificam essas instalações quanto ao nível de segurança contra choque elétrico, em três (3) grupos, conforme a proximidade do equipamento com relação ao corpo do paciente, nos termos do Quadro 4.

Quadro 4: Comparativo do grau de proteção contra choques elétricos (aterramento), segundo norma da ABNT e da ANVISA.

Nível de segurança, contra choque elétrico	ABNT (NBR 13.534)	ANVISA (RDC 50)
GRUPO 0	Recinto no qual não são utilizadas partes aplicadas de equipamentos eletromédicos alimentados pela rede.	Tipo de equipamento eletromédico: sem parte aplicada.
GRUPO 1	Recinto no qual se prevê o uso de equipamentos eletromédicos, mas não para aplicação cardíaca direta.	Tipo de equipamento eletromédico: a) parte aplicada externa; b) parte aplicada a fluídos corporais, porém não aplicada ao coração.
GRUPO 2	Recinto no qual se prevê o uso de equipamentos eletromédicos destinado à aplicação cardíaca direta.	Tipo de equipamento eletromédico: parte aplicada ao coração. Adicionalmente equipamentos eletromédicos essenciais à sustentação de vida do paciente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa classificação está relacionada com os níveis de aterramentos necessários para cada tipo de ambiente hospitalar. No caso das UTIs, a RCD 50/2002 e a NBR 13.534/2008 estabelecem que há necessidade dos seguintes níveis distintos de aterramento para:

- d) o posto de enfermagem;
- e) a prescrição médica;
- f) o quarto do paciente (neste ambiente há exigência do esquema de aterramento de IT médico)

Importante destacar que para o quarto do paciente de UTI há exigência normativa de que o aterramento seja mais reforçado, com o sistema de IT médico. Segundo ROSA (2018):

No sistema IT Médico, o neutro é aterrado por intermédio de uma impedância entre ele e o condutor de aterramento, limitando a corrente em caso de falha do sistema. Além disto, de forma complementar, a alimentação de um sistema IT Médico também deve ser isolada das demais partes do circuito por meio de um transformador de isolamento, de modo a garantir aumento da segurança contra as oscilações da rede. Evitando, assim, a transmissão de grandes interferências por meio de equipamentos e defeitos que possam ocorrer nas demais áreas da instalação e isolando, desta maneira, a instalação de todos os outros circuitos do próprio local para os quais não é exigido um aterramento diferenciado ... No esquema IT Médico, assim como no sistema IT, também é utilizado um DSI (Dispositivo Supervisor de Isolação) aliado a um sistema de alarmes para a identificação e alarme de uma primeira falta ou proximidade eminente de acontecimento de primeira falta. (ROSA, 2018, p. 52):

Para Parise et al. (2015), o sistema de aterramento do grupo 2:

deve prevenir todos os tipos de falhas para evitar a perda de serviço e pode consistir em configurações capazes de garantir uma segurança inerente e na seleção de equipamentos: com isolamento duplo ou reforçado, adequado ao grau de severidade da poluição 3 (condutivo poluição ou poluição não condutiva que se torna condutora devido à condensação) e a uma sobretensão categoria III (cumprindo os requisitos da disponibilidade e segurança especial) para evitar sobretensão falhas (PARISE et al., 2015, p. 5)

### 2.5.3 Infraestrutura do oxigênio

O oxigênio medicinal é medicamento essencial e foi muito demandado durante a pandemia. A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), escritório da Organização Mundial da Saúde (OMS) fez um alerta expresso para as Américas, sobre esse insumo essencial aos pacientes com COVID-19. Os esforços da OPAS foram no sentido de auxiliar e orientar as instituições e os principais atores nesse cenário a quantificar a necessidade de oxigênio necessário para os pacientes e, também, a preparar-se para o atendimento no aumento de demanda, com especial enfoque nas dificuldades de países com maiores carências. Eis o teor do alerta e a quem se dirigiu:

Esta orientação é dirigida a administradores de unidades de saúde, tomadores de decisões clínicas, responsáveis por compras, responsáveis por planejamento, biomédicos, engenheiros de infraestrutura e formuladores de políticas. O documento descreve como quantificar a demanda de oxigênio, identificar as fontes de oxigênio disponíveis, e selecionar as fontes apropriadas para picos de demanda, de modo a responder melhor às necessidades dos pacientes com COVID-19, especialmente em países de renda média e baixa. (OPAS, 2020, p. 1)

Ou seja, a partir dos dados disponíveis em abril de 2020 (OPAS, 2020), logo após o início da pandemia, o panorama de uma possível escassez tinha sido previsto. Planejar, portanto, os sistemas de fornecimento de oxigênio nos hospitais já era um encargo importante para os mais diversos atores. O problema de uma possível falta de oxigênio para a assistência dos pacientes com COVID-19, na ótica da OPAS, seria mais agudo em países de renda média e baixa.

Problematizando o alto e real consumo de oxigênio pelos pacientes com COVID-19 na pandemia da COVID-19 na China, Chen et al (2021) fizeram um estudo em dois hospitais dedicados apenas para esses pacientes, o Fire God Mountain Hospital com 1.000 leitos e o Wuhan Jinyintan Hospital com 822 leitos. Os autores analisaram o perfil dos pacientes internados, o grau de gravidade e a dependência de oxigênio, comparando o consumo real de oxigênio dos dois hospitais com o cálculo conforme as normas do sistema Chinês (GB 50751–2012), e constataram um consumo real superior ao calculado teoricamente.

Com relação aos hospitais na Índia, a lição de Bikkina et. al (2021) é no sentido de que os governos locais busquem meios de superar o gargalo do oxigênio medicinal, isso para garantir a produção, se possível local, e a distribuição de oxigênio ininterruptamente aos hospitais, que tiveram a demanda aumentada repentinamente em virtude da COVID-19, e cujo suprimento, em nível global, está concentrado em pouquíssimas empresas. Estes autores

enfatazaram que na Índia ainda são poucos os hospitais que contam com instalações de tanques de oxigênio líquido e com redes de distribuição centralizadas e, portanto, as comunidades locais ainda são muito dependentes de cilindros de oxigênio.

Bałys et al. (2021), discutindo o aumento de demanda de oxigênio medicinal em hospitais na Polônia, no período da pandemia da COVID-19, acrescentaram outra problemática relativa ao fornecimento em cilindros de gás pressurizado, que é o meio mais comum, especialmente em pequenos hospitais, que é o maior impacto ambiental e também econômico, isso comparativamente a outros modelos de fornecimento de menor impacto (tanques de oxigênio líquido e produção local de oxigênio)

Importante ressaltar que os gases medicinais, que “consistem de substâncias ativas ou de uma mistura de substâncias ativas e excipientes gasosos”, são classificados pela ANVISA como medicamentos (ANVISA, 2019, p. 847), conforme o compêndio farmacêutico nacional que estabelece quais são os gases medicinais e quais são as exigências quanto à sua qualidade.

A preocupação com o (des)abastecimento de oxigênio foi tamanha no Brasil que a ANVISA, em março de 2021 (ANVISA, 2021), fez convocação do setor (fabricantes, envasadoras e distribuidoras de oxigênio medicinal, na forma líquida e gasosa), para disponibilização semanal das informações sobre os seus respectivos níveis de produção e estoques, passando a monitorar tais estoques. No Brasil, parte dessa demanda de oxigênio médico ainda é suprida por cilindros de oxigênio.

Relativamente às instalações para gases medicinais no Brasil há norma da ANVISA que estabelece alguns requisitos mínimos, contemplados RDC 50/2002. A ABNT também expediu algumas normas técnicas, em especial a NBR 12.188/2016 sobre os sistemas centralizados de suprimento de gases (gases medicinais, gases para dispositivos médicos e vácuo) em serviços de saúde (ABNT, 2016), dentre outras normas que complementam com explicitações técnicas específicas.

No Brasil, as duas normas, RDC 50/2002 e NBR 12.188/2016, estabelecem, em condições normais de operação, basicamente dois requisitos para projetos de gases medicinais e vácuo em estabelecimento de saúde. O primeiro, relacionado com o quantitativo mínimo de pontos de consumo para cada um dos gases, em cada um dos diferentes ambientes, que no Brasil, no caso do oxigênio medicinal, são de dois pontos por leito de UTI, um ponto por leito de recuperação cirúrgica, um (1) ponto por leito individual de enfermaria e um ponto para cada dois leitos coletivos de enfermaria. O segundo, relativo à vazão de consumo de cada um dos gases, para cada um dos ambientes: quarto de UTI e leito de recuperação cirúrgica com 60 litros de oxigênio por minuto; leito de enfermaria (individual ou coletivo) com 20 litros de oxigênio

por minuto pela RDC 50, que é mais exigente, e 10 litros de oxigênio por minutos pela NBR 12.188: 2016.

Um terceiro critério é utilizado apenas pela ABNT (NBR 12.188/2016), que é o da simultaneidade, ou seja, determinar quantos pontos estarão em uso simultaneamente. Neste caso, a exigência da norma técnica é de 80 % para quarto de UTI, 70 % para leito de recuperação cirúrgica e 15 % para leito de enfermaria (individual ou coletivo).

Esses três requisitos normativos (pontos, vazão e simultaneidade) foram reunidos no Quadro 5, quanto a alguns espaços físicos em especial, delimitados em função do tema desta pesquisa, que versa sobre folgas na infraestrutura de UTIs. Nesse sentido, foram incluídos no Quadro 5 três espaços físicos: os leitos de UTI, os leitos de internação e os leitos de recuperação cirúrgica. Os dois últimos foram incluídos em virtude de consistirem em espaços físicos que, no estudo de caso, sofreram adaptações para funcionarem como UTI COVID-19, no contexto emergencial.

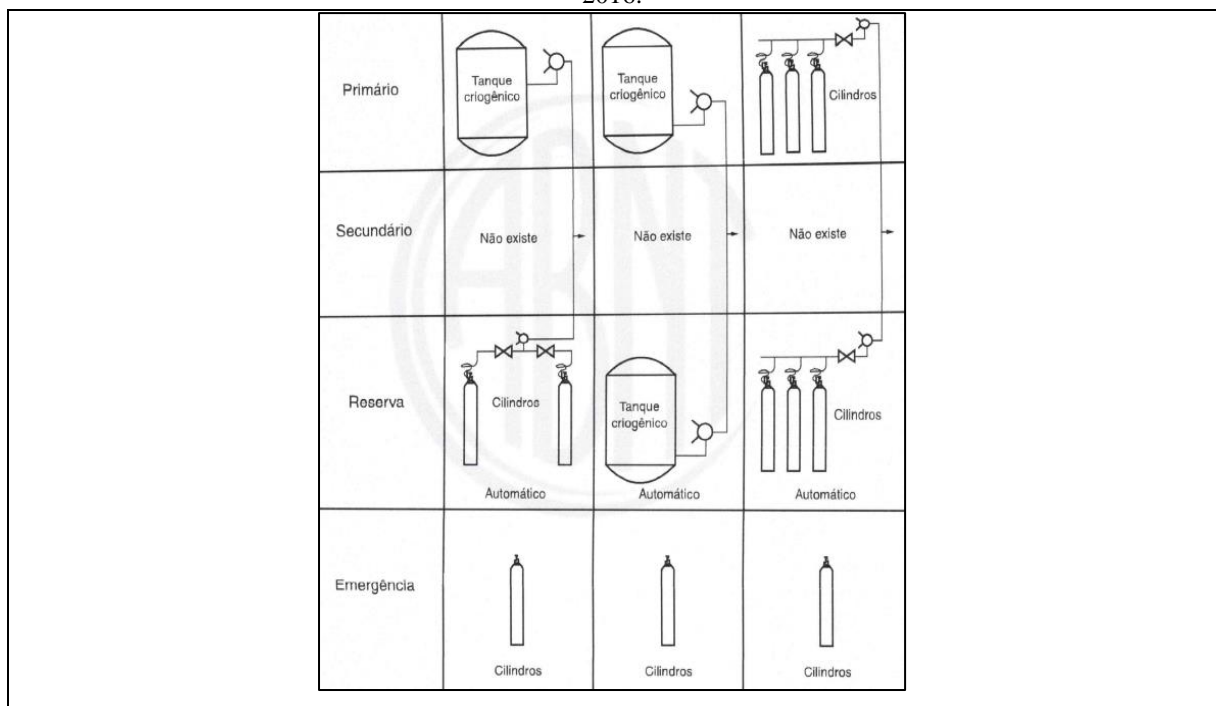
Quadro 5: Comparativo entre os requisitos da RDC 50/2002 da ANVISA e da NBR 12.188/2016 da ABNT, para oxigênio medicinal, ar comprimido medicinal e vácuo clínico.

Quadro comparativo	RDC 50/2002 da ANVISA						NBR - 12.188/2016								
	item 7.4 - pontos consumo			consumo (litros/minuto)			Tabela B2 - n.º de pontos			Tabela B1 - simultaneidade %			Tabela B3 - vazão litros/minuto		
	O2 medicinal	Ar compr. Med.	Vácuo clínico	O2 medicinal	Ar compr. med.	Vácuo clínico	O2 medicinal	Ar comp. Med.	Vácuo clínico	O2 medicinal	Ar compr. Med.	Vácuo clínico	O2 medicinal	Ar compr. Med.	Vácuo clínico
Leito de UTI (isolado ou coletivo)	2	2	1	60	60	60	2	2	1	80	80	50	60	60	40
Quarto/enfermaria (isolado)	1	1	1	20	20	30	1	1	1	15	15	10	10	20	40
Quarto/enfermaria (coletivo)	1 p/2 leitos	1 p/2 leitos	1 p/2 leitos	20	20	30	1 p/2 leitos	1 p/2 leitos	1 p/2 leitos	15	15	10	10	20	40
Recup. cirúrgica	1	1	1	60	60	60	1	1	1	70	70	70	60	40	40

Elaborado pelo autor, a partir das normas da ANVISA e da ABNT.

A partir do número de pontos de consumo, da vazão nos pontos e do fator de simultaneidade é que serão dimensionadas as redes de distribuição e a central de suprimento primário e de reserva, apresentadas na Figura 6, que segundo a NBR 12.188/2016 poderá ser de três tipos: tanque estacionário ou móvel, cilindros ou Sistema Concentrador de Oxigênio (SCO). Essa norma estabelece que o volume da estocagem reserva deve ser calculado em função do consumo médio efetivo do estabelecimento e, se este não for conhecido, o volume máximo provável, no tempo de 1,5 do maior tempo provável de abastecimento, que será definido entre o Hospital e seu fornecedor (item 4.6, quanto ao estudo de caso). Áreas que tenham algum equipamento de suporte à vida devem também ser providas por um suprimento de emergência para cada sistema centralizado.

Figura 6: Esquema de instalação de centrais de tanques e cilindros conforme a NBR 12188: 2016.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 12188: 2016, do Anexo C.

As distintas formas de armazenamento e de abastecimento do oxigênio nos hospitais e nas suas UTIs foram ressaltadas durante o período da COVID-19, o que evidencia a necessidade de aprofundar os estudos sobre essas infraestruturas de forma a reduzir as inseguranças que ficaram evidentes em certos contextos.



#### 2.5.4 Infraestrutura de tratamento do ar

A preocupação com a qualidade do ar em hospitais não é nova, e muitos esforços têm sido feitos para melhorá-la. Quanto aos aspectos relativos aos projetos arquitetônicos, eles têm um papel importante no que diz com a qualidade do ar nos diversos ambientes hospitalares, seja quanto à tipologia dos edifícios hospitalares ao longo da história (MIQUELIN, 1992, COSTEIRA, 2014b), seja quanto ao papel da ventilação natural no conforto térmico e na renovação do ar nos ambientes hospitalares (DE QUADROS, 2016). Nesse sentido, cabe referir que a arquitetura hospitalar brasileira conta com um expoente, o arquiteto João Filgueiras Lima, conhecido como Lelé (LIMA, 2012; LIMA, 1999), que provocou profundas marcas nos projetos de hospitais no Brasil, priorizando as forças da natureza como elementos centrais da iluminação e ventilação natural nos seus projetos, em especial os projetos dos hospitais da Rede Sarah, contribuição que explica o interesse acadêmico com relação a sua obra (MARQUES, 2020; GUIMARÃES, 2010; GUIMARÃES, 2003; WESPHAL, 2007, PERÉN, 2006).

Embora os atributos arquitetônicos contemplados nos projetos dos ambientes hospitalares possam contribuir para a qualidade do ar em hospitais, esses aspectos não serão aqui analisados. O enfoque será centrado, neste estudo, nas contribuições que a área da engenharia pode aportar, com relação ao sistema de qualidade do ar, ou às infraestruturas de AVAC-R, para aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração ou HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*).

No contexto da COVID-19, a qualidade do ar no ambiente interno hospitalar tomou contornos ainda mais dramáticos, exigindo inúmeras medidas de controle, por se tratar de uma doença altamente infecciosa (AGARWAL et al., 2021). Dentre outras medidas de controle, a infraestrutura também desempenha um papel central, contribuindo com o fornecimento de um ambiente interno saudável, ou não, contribuindo com a disseminação da doença, se não houver um adequado dimensionamento e gestão das infraestruturas. Isso porque, além do vírus ser estável em aerossol por algumas horas, ele é transportável pelo ar e pode percorrer longas distâncias entre ambientes fechados do hospital (AGARWAL et al., 2021).

Ventilação adequada e purificação do ar nos ambientes hospitalares são, portanto, dois instrumentos valiosos para reduzir os índices de contaminação com o novo coronavírus. Na ótica de Agarwal et al. (2021, p. 8), “esta pandemia alerta os engenheiros para a busca de uma melhor estratégia de controle que possa ser ainda mais útil na prevenção de bio-ataques”.

Uma ventilação adequada para um determinado ambiente, seja ela natural (através de janelas ou aberturas) ou mecânica (através de um sistema HVAC), é aquela que “dilui os

contaminantes do ar em espaços confinados por troca de ar interior-exterior” (AGARWAL et al., 2021, p.8). Se a ventilação natural não for possível, seja por fatores relacionados ao projeto arquitetônico, seja por fatores climáticos ou ambientais como temperaturas extremas e a poluição do ar externo, esta deve ser garantida mecanicamente, por um sistema de HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*).

Com relação à filtragem do ar, Lee et al. (2022), reconhecendo a dificuldade (ou impossibilidade) de, em um período excepcional, implementar adaptações em um sistema de HVAC em funcionamento, em curto espaço de tempo, testaram vários tipos de filtros portáteis para serem utilizados conjuntamente com o sistema projetado, obtendo resultados promissores, em um hospital na Austrália.

No âmbito brasileiro, a ANVISA, através da Resolução - RE 9/2003 aportou orientação técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior (atualizando orientação anterior, RE 176/2000), em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, em que estabeleceu os seguintes critérios:

- a) valores máximos recomendáveis para contaminação microbiológica de 750 ufc/m<sup>3</sup> de fungos, com relação I/E de 1,5 entre ambiente interior e exterior, sendo inaceitável fungos patogênicos e toxigênicos;
- b) valores máximos recomendáveis para contaminação química de 1000 ppm de CO<sub>2</sub>, como indicador de renovação de ar externo, e 80 µg/m<sup>3</sup> de aerodispersóides totais no ar;
- c) valores recomendáveis para temperatura no verão, entre 23°C e 26°C, no inverno entre 20°C e 22°C, para umidade (no verão entre 40% a 65%, no inverno entre 35% a 65%) e para velocidade do ar no nível de 1,5m do piso, região de influência da distribuição do ar, de menos 0,25 m/s.;
- d) valores recomendáveis para renovação do ar de no mínimo 27 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, salvo ambientes com alta rotatividade de pessoas, com 17 m<sup>3</sup>/hora/pessoa.

A norma da ANVISA sobre os projetos de EAS (Estabelecimentos Assistenciais de Saúde), a RDC 50 (ANVISA, 2002) estabelece que áreas que demandam renovação constante de ar devem estar ligadas a um sistema elétrico de emergência e remete o tema para a ABNT. No caso da ABNT, são duas normas: a norma geral de ar condicionado (NBR 16401) e a norma específica de tratamento de ar em EAS (NBR 7256). Esta última foi revisada em agosto de 2021 (ABNT, 2021), durante a pandemia da COVID-19. A seguir foram arrolados alguns desses requisitos:

ANÁLISE DE FOLGAS NA INFRAESTRUTURA DE UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA:  
ESTUDO DE CASO NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA COVID-19

- a) Foram estabelecidos requisitos gerais, que abarcam as condições das instalações de tratamento de ar em relação a seis fatores (temperatura, umidade, pureza, renovação, movimentação e pressão), que são garantidores da adequada qualidade do ar e da redução de riscos nas diversas áreas, assim como a previsão de redundâncias de fontes de calor e refrigeração, que garantam o plano de operação do EAS.
- b) Foram definidos três critérios para os projetos de sistemas de tratamento do ar em EAS:
- Controle das condições termo-higrométricas;
  - Risco de infecção com distintos níveis:
    - nível zero, excluído do âmbito da norma;
    - nível 1, baixo risco;
    - nível 2, área com evidência de riscos de ocorrência de agravos à saúde relacionados à qualidade do ar;
    - nível 3, área com evidências de alto risco de ocorrência de agravos sérios à saúde relacionados à qualidade do ar;
  - Segurança contra incêndio;
- c) Foram delineadas as características específicas dos vários ambientes dentro dos EAS, conforme o seu uso e função: ambiente protetor – PE; centro cirúrgico – CC; ambiente de isolamento – AII; ambiente associado – AA; ambiente operacional – AO. E também conforme agentes e situações a controlar: agente biológico – AgB; agente químico – AgQ; agente radiológico – AgR; terapias ou processos especiais – TE; condições especiais para funcionamento – EQ. A seguir estão as definições de três ambientes relacionados a ambientes de internação e ambiente de centro cirúrgico:
- o ambiente protetor (PE) é o “local utilizado por pacientes imunocomprometidos com alto risco de adquirir e desenvolver infecção, bem como salas de processos e guarda de materiais e equipamentos limpos e desinfetados” (ABNT, 2021, p. 3), com requisitos específicos, conforme Quadro 6.
  - O ambiente de isolamento de infecção por aerossóis (AII) é o “local para o isolamento de pacientes com suspeita ou confirmação de infecções transmitidas por aerossóis menores do que 5  $\mu\text{m}$ , bem como salas de

processos e guarda de materiais potencialmente contaminados” (ABNT, 2021, p. 2), com requisitos específicos, conforme Quadro 6.

- O ambiente operacional (AO) é o “local de processo utilizado pelos profissionais de saúde que apresenta algum tipo de risco ou contaminação do operador, ou dos insumos médicos” (ABNT, 2021, p. 3), com requisitos específicos, conforme Quadro 6.
- d) Sobre o ar interior nos vários ambientes dos EAS, foram estabelecidos critérios para a sua renovação (com ar proveniente do exterior), recirculação (ar recirculado, filtrado junto com o ar exterior), insuflação e exaustão mecânica com os devidos cuidados de filtragem, bem como a sua pressurização, criando ambientes com pressão negativa ou positiva em relação aos seus ambientes adjacentes, para obter uma adequada e segura distribuição dos diversos fluxos de ar;
- e) Considerando o potencial dos dutos de ar, de conduzirem elementos tóxicos (como fumaça e gases) e chamas entre os diversos ambientes internos e também provenientes do exterior, essa nova versão da norma técnica de 2021 incluiu vários aspectos a serem cuidados, assim como mecanismos de mitigação de riscos, como medida de proteção contra incêndio. É relevante mencionar, nesse contexto, as lições de Wooda et al. (2021) que fizeram levantamento de incêndios em hospitais e suas UTIs e também em áreas adaptadas para funcionarem como UTI durante a pandemia. Os autores também correlacionaram o maior número de incêndios com a maior utilização de oxigênio nessas áreas, em patamares aparentemente incompatíveis com a infraestrutura de suporte para os espaços físicos, que estão com ar ambiente enriquecido com oxigênio (pelas diversas fugas), o que é, na ótica desses autores, potencialmente perigoso.
- f) Por fim, essa norma também abordou os vários requisitos técnicos para os sistemas envolvidos na qualidade do ar, em especial sobre os diversos tipos de filtros, com suas características específicas, em consonância com a NBR 16101 (que convive no Brasil com a NBR ISO 16890-1) e a NBR ISO 29463-1, para filtros de alta eficiência EPA (*efficient particulate air filter*), HEPA (*high efficiency particulate air filter*) e ULPA (*ultra low penetration air filter*)

No Quadro 6 foram reunidos os requisitos da norma técnica brasileira, NBR 7256:2021, considerando o ambiente de internação das UTIs e os ambientes do Transplante de Medula

Óssea (TMO) e as salas de recuperação cirúrgicas, estas duas últimas adaptadas para funcionarem como UTI COVID-19, como será examinado no item 4.8 e 4.9.

Quadro 6: Requisitos da NBR 7256:2021 para UTI, TMO e CR.

Ambiente de Internação (UTI)	Tipo de ambiente	Nível de risco	Situação a controlar	Pressão	Vazão mínima de ar exterior	Vazão mínima de ar insuflado	Exaustão total do ar ambiente	classe de filtragem do ar insuflado	Temp °C	Umidade relativa
Unidades de tratamento intensivo (não limitada a UCO, UTI e UTI neonatal)	PE (ambiente protetor)	2	AgB/TE (agente biológico e terapias ou processos especiais)	Positiva	2 renovações/h	6 recirculações/h	Não	G4 + F 8	20-24	Máx.60%
Unidades de tratamento intensivo AII, com antecâmara	AII (ambiente de isolamento)	3	AgB/TE	Negativa	6 renovações/h	6 recirculações/h	Sim	G4 + F 8	20-24	Máx.60 %
Ambiente de Internação (TMO)										
Quarto (PE) com antecâmara para pacientes imunocomprometidos de alto risco; isolamento para pacientes transplantados (alogênicos e autólogos/ TMO)	PE (ambiente protetor)	3	AgB (agente biológico)	Positiva	2 renovações/h	12 recirculações/h	Não	G4 + F8 + ISSO 35H	20-24	Máx.60%
Quarto (PE) sem antecâmara para pacientes imunocomprometidos de alto risco; isolamento para pacientes transplantados (autólogos)a	PE (ambiente protetor)	2	AgB (agente biológico)	Positiva	2 renovações/h	12 recirculações/h	Não	G4 + F8	20-24	Máx.60%
Ambiente de Centro Cirúrgico (CR's)										
Sala de recuperação e pré-anestésico (CC)	AO (ambiente operacional)	1	AgB/AgQ (agente biológico e químico)	Neutra	2 Renovações/h	6 recirculações /h	Não	G4 + F 8	20-24	Máx.60%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Anexo A da NBR 7256:2021.

Como dito anteriormente, a pandemia da COVID-19 aportou uma situação completamente nova. Tratou-se de uma situação concreta de testagem dessas infraestruturas das UTIs, em limites extremos. Muitas lições serão aprendidas a partir dessa experiência no que tange às folgas na infraestrutura dos ambientes construídos hospitalares, a qual nos propomos enfrentar nesta dissertação de mestrado em Engenharia Civil, na área de concentração de Construção e Infraestrutura.

## **3 MÉTODO DE PESQUISA**

### **3.1 Estratégia de pesquisa**

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso. Segundo Yin (2001), o estudo de caso “permite preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real, tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores” (YIN, 2001, p. 21).

Essa estratégia é coerente com a natureza das questões e objetivos de pesquisa, as quais têm ênfase em um fenômeno recente e complexo (i.e., a pandemia de COVID-19 e seus impactos na infraestrutura das UTIs), que ainda precisa ser melhor compreendido. Deste modo, foram seguidas boas práticas recomendadas para garantir a validade e confiabilidade em estudos de caso (YIN, 2001), tais como a seleção de um caso relevante, a triangulação de dados e fontes de dados, a criação de um banco de dados, bem como a consideração das perspectivas de diferentes atores.

### **3.2 Descrição do estudo**

As UTIs estudadas localizam-se em um hospital privado situado na Região Sul do Brasil, com certificado de entidade beneficente de assistência social e com isenção de contribuições para a seguridade social, nos termos da Lei nº 12.101/2009 (BRASIL, 2009), integrando o PROADI-SUS, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do Sistema Único de Saúde (POLANCZYK et al, 2020).

Esse hospital, pela qualidade na assistência médico-hospitalar e todos os protocolos e rotinas associados, assim como pela sua infraestrutura e manutenção de equipamentos, conta com sete certificações da Joint Commission International (JCI, 2020), que são realizadas a cada triênio, sendo que a primeira foi no ano de 2002 e a sétima em 2020. Além das creditações da JCI, tal reconhecimento também pode ser evidenciado com o certificado ISO 9001/2015 para áreas administrativas e assistenciais, dentre outros.

No Relatório de Gestão do ano de 2020, o hospital possuía 97.912 m<sup>2</sup> de área construída, 481 leitos hospitalares, 3.998 médicos credenciados, 3.891 colaboradores (2.643 na equipe assistencial e 1.248 na equipe administrativa). Relativamente aos leitos de UTI, a instituição conta com UTI neonatal, UTI infantil, UTI adulto e uma UTI especializada, cardiológica. Neste

estudo foram analisadas as infraestruturas das quatro UTIs que atenderam pacientes adultos com COVID-19, especificamente a UTI 1, UTI 2, UTI 3 e UTI 5 (Quadro 7), visto que o número de crianças hospitalizadas durante a pandemia foi pequeno, não comprometendo as respectivas UTIs.

Quadro 7: Quantidade de leitos de UTI adulto projetadas no hospital deste estudo de caso. \* A UTI Cardio não recebeu pacientes com COVID-19.

UTI adulto	Ano de construção	Norma vigente, quando da construção	Localização	Número de leitos	Formato da UTI
UTI 1	1990	Portaria 400/1977	Bloco C	11	circular
UTI 2	2000	Portaria 1884/1994	Bloco C	10	circular
UTI 3	2006	RDC 50/2002	Bloco C	10	circular
UTI 4 (Cardio*)	2016	RDC 50/2002	Bloco C	8	circular
UTI 5	2017	RDC 50/2002	Bloco 16	17	retilínea
Total de leitos				56	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, o caso escolhido pode ser interpretado como representativo de hospitais privados de excelência no Brasil, com recursos financeiros e tecnológicos acima da média das demais instituições. Apesar disso, a instituição também foi severamente afetada pela pandemia, constituindo um caso relevante de análise. Importante salientar, segundo Noronha e Teixeira (2020), que os hospitais privados contribuem com 52 % dos leitos de UTI adulto no Brasil. Estes autores referem que dos “34.464 leitos de UTI adultos” disponíveis em 2019, antes da COVID-19, 48% eram pelo SUS (NORONHA, TEIXEIRA, 2020, p. 4).

### 3.3 Coleta e análise de dados

Após a seleção das UTIs a serem estudadas, foram definidos os procedimentos de coleta de dados, descritos a seguir:

1. Aprovação dos gestores do hospital para a sua realização, bem como aprovação do respectivo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) institucional, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética, sob o número CAAE 40426420.1.000.5330.
2. Delimitação das quatro infraestruturas analisadas neste estudo: espaço físico, energia elétrica, oxigênio e sistema de tratamento do ar. Houve duas razões para a escolha destas infraestruturas. A primeira foi temporal, decorrente da inviabilidade de analisar todas as infraestruturas das UTIs no período de desenvolvimento da dissertação de mestrado. A segunda

foi de ordem material, decorrente da relevância das infraestruturas escolhidas, devido às seguintes razões:

- I. O espaço físico estabelece restrições e oportunidades para o uso das demais infraestruturas, bem como para a adequada assistência ao paciente;
- II. Os serviços de fornecimento de energia elétrica e de oxigênio possuem impacto imediato na segurança dos pacientes, devendo possuir alta confiabilidade;
- III. A infraestrutura de ar-condicionado, que além da temperatura, está vinculada ao tratamento do ar (renovação, exaustão, diferencial de pressão entre os ambientes), o que garante o conforto e previne contaminações, como é o caso da COVID-19.

3. Consulta a diversos documentos: projetos arquitetônicos; projetos complementares; memoriais descritivos das UTIs; normativas para serviços de UTI; registros de serviços, como número de leitos de UTI, número de pacientes com COVID atendidos na UTI; relatórios e planilhas de gestão das infraestruturas; dados sobre consumo; dados sobre os serviços de manutenção da infraestrutura das UTIs, relativos às quatro dimensões da infraestrutura nas UTIs. A análise dos documentos contribuiu para a descrição da manifestação das folgas e para a confrontação das folgas existentes com os requisitos estabelecidos nas normas sobre infraestrutura de UTIs.

4. Realização de entrevistas semiestruturadas, com base no roteiro apresentado no Apêndice A, com o consentimento livre e esclarecidos dos entrevistados. As entrevistas visaram compreender a percepção dos trabalhadores a respeito do desempenho das infraestruturas das UTIs adulto que receberam pacientes com COVID-19. Foram realizadas 11 entrevistas ao longo de quatro meses, de 23 de julho a 14 de outubro de 2021. As entrevistas foram transcritas com auxílio de software de transcrição de áudio em texto, denominado Trint (disponível em: [trint.com](http://trint.com)). O perfil dos entrevistados, com profissão, tempo de trabalho no hospital e tempo da entrevista está apresentado no Quadro 8.



Quadro 8: Perfil dos trabalhadores entrevistados.

Perfil dos entrevistados(as)		Tempo de trabalho na instituição Faixas: 1 (0 a 5 anos), 2 (6 a 10 anos), 3 (11 a 15 anos) e 4 (16 anos ou mais)	Duração da entrevista (min:seg)
<b>Profissionais da área da saúde</b>			
1	Médico(a) 1	Faixa 3	39:22
2	Enfermeiro(a) 1	Faixa 4	43:19
3	Enfermeiro(a) 2	Faixa 4	56:41
4	Enfermeiro(a) 3	Faixa 2	41:11
5	Fisioterapeuta 1	Faixa 2	38:48
6	Fisioterapeuta 2	Faixa 3	33:49
7	Técnico(a) em enfermagem 1	Faixa 1	28:46
8	Técnico(a) em enfermagem 2	Faixa 4	32:32
9	Técnico(a) em enfermagem 3	Faixa 1	27:31
<b>Outros profissionais</b>			
10	Engenheiro(a) 1	Faixa 2	53:05
11	Engenheiro(a) 2	Faixa 3	27:13

Fonte: Elaborado pelo autor.

O grupo de entrevistados contempla cinco diferentes categorias profissionais, sendo que todos os participantes tiveram envolvimento direto no cuidado de pacientes com COVID-19 em UTIs ou na gestão das infraestruturas. Tendo em vista que as percepções estavam claramente convergindo, na medida em que as entrevistas eram realizadas, o critério de saturação foi atingido, tornando desnecessária a realização de novas entrevistas. De fato, o número de entrevistas realizadas até atingir a saturação (11) é similar ao apontado na literatura (12) por autores como Guest et al. (2006) e Boddy (2016).

A análise das entrevistas (POPE, ZIEBLAND, MAYS, 2000) iniciou com diversas rodadas de leitura das transcrições, que totalizaram 50.847 palavras. Inicialmente foram definidas seis infraestruturas (Apêndice A), que posteriormente foram reduzidas para quatro infraestruturas. Quatro temas foram definidos de antemão para a análise temática, quais sejam: (i) problemas que exigiram as folgas; (ii) manifestações de folgas nas quatro dimensões já citadas das infraestruturas das UTIs (espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar); (iii) se as folgas se referiam a UTIs originalmente projetadas para funcionarem como tais ou a áreas adaptadas para funcionar como UTIs durante a pandemia; (iv) papel das pessoas como recursos que viabilizaram a operação das infraestruturas físicas. Esse último tema reflete a natureza sociotécnica do desempenho resiliente, deixando claro que as infraestruturas físicas, por si sós, são insuficientes.

Com base nos temas pré-definidos, o pesquisador assinalou, em todas as transcrições, trechos de texto associados às mesmas, sendo que um mesmo trecho poderia estar associado a mais de um tema. Esses trechos foram agrupados em um arquivo de planilha Excel, permitindo contabilizar o número de entrevistados que mencionou cada tema, o que seria um indicativo aproximado da importância do mesmo, sem pretensões de representatividade estatística.

A análise de dados prosseguiu com a elaboração de quadros para compilar os dados. Considerando que são quatro dimensões de infraestrutura, e que para cada dimensão analisou-se dois tipos de UTIs (projetadas e não projetadas), oito quadros foram elaborados. É importante observar que nem todos os achados apresentados nesses quadros são provenientes das entrevistas, sendo alguns deles decorrentes da análise de documentos. Além disso, a análise das folgas na infraestrutura inclui quadros adicionais aos oito já citados. Nestes quadros adicionais a infraestrutura existente foi comparada com os requisitos mínimos exigidos pelas normas brasileiras.

Com base nos resultados obtidos, foi possível identificar uma ampla variedade de folgas nas infraestruturas, bem como dificuldades e boas práticas adotadas pela instituição estudada, servindo de base para a identificação de lições aprendidas para o projeto e reprojeto de UTIs resilientes para o enfrentamento de futuras crises similares. Vale ressaltar que a expressão lições aprendidas, como usada nesta dissertação, possui um nível de abstração elevado. Assim, essa expressão não implica que as lições da pandemia tenham sido necessariamente aprendidas pelo hospital estudado, mas sim aprendidas sob um ponto de vista teórico e de interesse mais genérico para os serviços de saúde como um todo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Contexto da necessidade de aumento de leitos de UTI

No hospital no qual o estudo de caso foi realizado, foram adotadas diversas ações para o enfrentamento da pandemia provocada pelo novo coronavírus, mesmo antes de receber alertas do sistema nacional de saúde brasileiro e da internação do primeiro paciente. Dentre as ações, destaca-se a constituição do Comitê de Enfrentamento à COVID-19, órgão composto por 22 membros, com equipe multidisciplinar que recebeu a missão de avaliar as ameaças impostas pela pandemia e planejar as ações necessárias para o enfrentamento da crise. Este comitê foi responsável por conceber e implementar múltiplas ações, que abarcaram todos os setores do hospital e que foram estruturadas em seis eixos (POLANCZYK et al, 2020):

1. Mudança nos fluxos e nos procedimentos de atendimento diferenciados para pacientes COVID e não COVID;
2. Adaptações no edifício hospitalar e suas infraestruturas;
3. Ampliação das equipes e treinamentos específicos para COVID-19;
4. Gestão de suprimentos, com antecipação de compras;
5. Desenvolvimento de estratégias de comunicação, em âmbito interno e externo;
6. Estabelecimento de padrões e rotinas diferenciados para o contexto da pandemia.

Quanto ao edifício hospitalar e suas infraestruturas, o comitê planejou a expansão dos leitos hospitalares, de 474 leitos para até o máximo de 824 leitos (POLANCZYK et al, 2020). Quanto à capacidade instalada dos leitos de UTI adulto, foi ampliada de 56 leitos (Quadro 7) para até 108 leitos, 78 dos quais exclusivamente para COVID-19. Assim, houve uma ampliação de 93% nos leitos de UTI adulto. Esta expansão dos leitos de UTI adulto se deu em áreas de dois outros serviços, o de transplante de medula óssea (TMO) e nas áreas dos centros de recuperação pós cirúrgicos (CRs). Esse plano foi concebido com várias etapas, considerando os diversos cenários de aumento do número de pacientes com COVID-19 a serem atendidos (Quadro 9).

Quadro 9: Etapas da ocupação das UTIs com pacientes com COVID-19.

Etapas	Mês/Ano	UTIs COVID-19	Quantidade de leitos	Razões
1	Março/2020	UTI 5	17	Todos os pacientes críticos com COVID-19 foram alocados na UTI mais nova (UTI 5)
2	Abril/2020	UTI 5 + TMO	39 (17 + 22)	Aumento de pacientes críticos com COVID-19 e necessidade de mais leitos de UTI, com escolha da área do TMO para adaptações como UTI.
3	Maio e Junho/2020	UTI 5	17	Diminuição de paciente críticos com COVID-19, sendo todos alocados na UTI mais nova (UTI 5)
4	Julho/2020 a Fevereiro/2021	UTIs 5, 2 e 3	37 (17 + 10 + 10)	Aumento de pacientes críticos com COVID-19 e necessidade de mais leitos de UTI, com escolha da UTI mais nova (UTI 5) e de 2 UTI antigas (UTI 2 e 3)
5	Março e Abril 2021	UTIs 5, 2, 3 e 1 + CRs	78 (17 + 10 + 10 + 11 + 30)	Aumento de pacientes críticos com COVID-19 e necessidade de mais leitos de UTI, com escolha da UTI mais nova (UTI 5), 3 UTI antigas (UTIs 2, 3 e 1) e áreas dos CRs cirúrgicos para adaptações como UTI.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira etapa, no mês de Março de 2020, foram destinados os 17 leitos da UTI 5, inaugurada em novembro de 2017 (HMV, 2017), exclusivamente para pacientes críticos com diagnóstico ou suspeita de COVID-19.

Em 31 de março de 2020 inicia-se a segunda etapa, com expansão de leitos de UTI para o enfrentamento da COVID-19 em uma área adaptada, pois a UTI 5 já estava totalmente ocupada. A área adaptada foi a do Transplante de Medula Óssea (TMO), que proporcionou 22 novos leitos de tratamento intensivo para COVID-19. Essa área dispunha de um diferencial importante, que é o sistema de tratamento do ar individualizado para cada aposento, com filtragem fina e com muitas renovações de ar, além da possibilidade de transformação de pressão positiva, necessária para os pacientes imunodeprimidos de TMO, em pressão negativa, necessária para pacientes com COVID-19, infecto-contagiosos. É importante salientar que as atividades do serviço de TMO não foram suspensas e sim transferidas para outro prédio hospitalar, onde anteriormente eram alocados os pacientes de baixa complexidade, provenientes de procedimentos eletivos que foram suspensos durante a COVID-19.

O panorama se altera nos meses de Maio e Junho de 2020, quando aconteceu um decréscimo no número de pacientes críticos com COVID-19, internados nas UTIs. Esse período corresponde a uma terceira etapa, na qual foram tomadas duas decisões: não mais alocar pacientes com COVID-19 na UTI adaptada no TMO, pelas razões que são analisadas no item 4.3 dos resultados, e implementar melhorias na UTI 2, com instalação de sistema de pressão

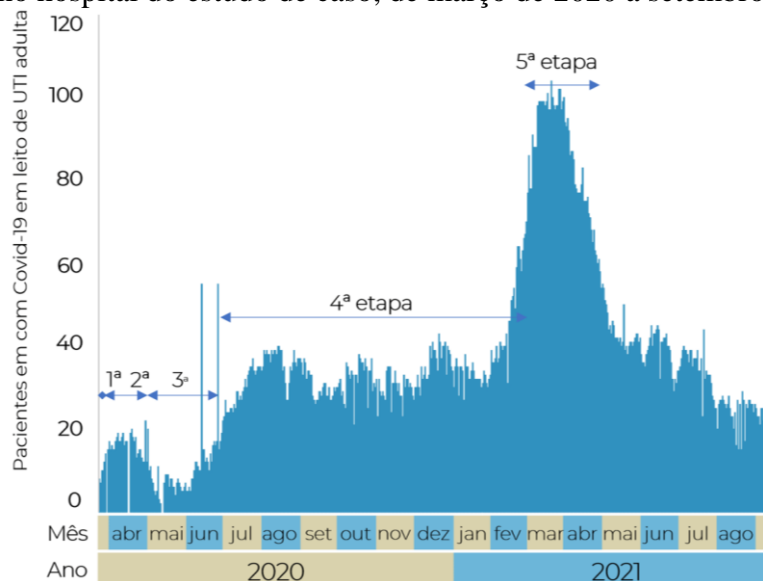
negativa e exaustão com filtragem, preparando-a para uma futura ocupação com pacientes críticos com COVID-19.

Entre os meses de Julho de 2020 e Fevereiro de 2021 (quarta etapa) houve oscilações, com acréscimo da necessidade de leitos de UTI para COVID-19 em agosto, setembro e outubro de 2020, com decréscimo em novembro e dezembro de 2020 e com um novo acréscimo a partir de janeiro de 2021, tendo sido utilizados para este fim, nesta quarta etapa, além dos leitos da UTI 5, os leitos das UTIs 2 e 3.

Em meados de Março e Abril de 2021 o panorama se alterou radicalmente, quando se fez necessário, em uma quinta etapa, abrir novas áreas adaptadas (que não as originalmente planejadas para UTI) para atendimento de pacientes críticos com COVID-19. Foi nesse contexto excepcional que as áreas dos Centros de Recuperação Cirúrgicos (CRs) foram adaptadas para funcionarem como UTI COVID-19. Nesse período foram utilizadas tanto as UTIs projetadas quanto as áreas adaptadas para funcionarem como UTI. É importante também salientar que a área do TMO continuou a ser utilizada como UTI, todavia não como UTI COVID-19, e sim com pacientes menos críticos.

As etapas descritas tiveram correspondência com a evolução do número de pacientes internados, cujo pico ocorreu em Março e Abril de 2021, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7: Quantidade de pacientes com COVID-19 (suspeitos e confirmados) em UTI adulta no hospital do estudo de caso, de março de 2020 a setembro de 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados da Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul e do Boletim Diário Coronavírus, disponíveis em: <https://covid.saude.rs.gov.br/> e <https://www.hospitalmoinhos.org.br/institucional>. Acesso em: 15 set. 2021 e 15 nov. 2021.

Importante citar dois aspectos: o primeiro se refere à falta de pessoal experiente em UTI adulto, em virtude da ampliação dos leitos em outros espaços físicos em curto espaço de tempo. Para tanto, foram adaptados os sistemas de trabalho (CARAYON, PERRY, 2021; GURSES et al., 2020) durante a pandemia. Foram utilizadas equipes assistenciais dos setores ociosos, que suspenderam ou que reduziram as atividades durante a pandemia, assim como foram mescladas as equipes assistenciais experientes em UTI com equipes inexperientes, além dos treinamentos específicos para UTI. Na visão do *entrevistado 3, enfermeiro*: *“foi uma força tarefa linda” com “gente de todas as áreas que estavam paradas, todas as áreas ambulatoriais”*. Já o *entrevistado 4, enfermeiro*, afirmou que *“a equipe estava mesclada entre os boxes, CR, CTI, emergência, UI”*. O *entrevistado 11, engenheiro*, se referiu ao *“treinamento de máquina de hemodiálise e de outros equipamentos”*.

O segundo aspecto é de que as equipes assistenciais das UTIs COVID-19 trabalharam conjuntamente com muitas outras equipes de apoio. Uma delas foi a da infraestrutura, que está subdividida em obras e manutenção (predial, eletromecânica e engenharia clínica), composta por profissionais com diferentes formações. Essas equipes, além de participarem de todas as etapas prévias à elaboração dos projetos de infraestrutura do hospital, da elaboração dos projetos e de sua execução, também monitoram o desempenho das infraestruturas e fazem os ajustes necessários, como aconteceu no caso da pandemia. Um exemplo foi o da identificação de aumento no consumo de oxigênio no hospital e, conseqüentemente, a decisão de ampliar a capacidade dos tanques criogênicos de O<sub>2</sub>, assim como a regulagem das válvulas, para adequar a vazão à nova necessidade de consumo. Esse exemplo é apenas ilustrativo da relevância do papel humano para a garantia do adequado dimensionamento e funcionamento das infraestruturas, assim como da integração entre as equipes multidisciplinares, assistenciais e de apoio. Nesse sentido, o *entrevistado 2, enfermeiro*, afirmou que todas as equipes foram *“ágeis para nos apoiar nas tomadas de decisão. Então ter o conhecimento do que a infraestrutura atual permitia e rapidamente identificar que adaptações precisavam ser realizadas para dar conta de um outro tipo de paciente, acho que para mim fez toda diferença”*. Acrescentou que foi muito importante *“a aproximação das equipes de apoio com a área assistencial, com essa troca de conhecimentos”* e que *“não ter a equipe de engenharia e da infraestrutura junto seria impossível”*. A manifestação do *entrevistado 6, fisioterapeuta*, foi de que *“esse suporte de engenharia, de obras, trabalhando junto com a assistência, foi imprescindível. Eu trabalho em outro hospital e a gente tem vivência com outros colegas que trabalham em outros hospitais*

*em que o fisioterapeuta não sabe nem quem é o engenheiro, não sabe quem é o pessoal da obra, às vezes nunca ouviu falar. E aqui esse trabalho junto, de união da engenharia, obras e assistência em si, eu acho que essa comunicação facilitou muito".*

Após essa breve contextualização, analisa-se, a seguir, a infraestrutura das UTIs que atenderam pacientes com COVID-19, de acordo com as dimensões de espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar.

#### 4.2. Dimensão 1: folgas no espaço físico das UTIs projetadas

O Quadro 10 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao espaço físico das UTIs projetadas, assim como a fonte dessas evidências (Quadro 10).

Quadro 10: Problemas enfrentados e folgas nos espaços físicos das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados		N	Folgas	Fonte de evidências
1	Risco de contaminação restringiu o acesso das equipes assistenciais aos quartos das UTIs, evidenciando que os diferentes formatos das UTI e layout dos postos assistenciais afetam a visibilidade dos pacientes e membros da equipe.	9	1) UTIs 1, 2 e 3 possuem posto assistencial centralizado, cercado pelos leitos em layout circular. Esse arranjo facilita a visibilidade a partir do posto.	Entrevistas, documentos
			2) UTIs 1, 2, 3 e 5 possuem divisórias de vidro e persianas separando os leitos, o que concilia visibilidade e privacidade.	
		3) UTIs 2 e 5 possuem subpostos assistenciais junto a porta de cada leito, o que facilita a visibilidade para o seu interior sem necessidade de entrar.	Entrevistas, documentos	
2	Criticidade dos pacientes com COVID-19 e uma maior necessidade de recursos, como mais equipamentos, equipes maiores, maior agilidade na disponibilização de medicamentos/insumos. Esses fatores demandam espaços físicos maiores.	5	4) UTI 1, 2, 3 e 5 com postos assistenciais maiores (67% a 300% maiores em relação à RDC 50). 5) UTIs 1, 2 e 3 com áreas de prescrição maiores (133% a 660% maiores que a exigência da RDC 50).	Entrevistas, documentos
		2	6) Há 1 farmácia (compartilhada) nas UTIs 1, 2 e 3. Há 1 farmácia na UTI 5, que reduz o tempo de busca para medicamentos, em comparação com o tempo até a farmácia central.	Entrevistas, documentos
		10	7) UTIs 1,2,3 e 5 com quartos individuais e maiores (de 30% a 93% maiores que o mínimo da RDC 50).	Entrevistas, documentos
3	Necessidade de realização de cirurgia de urgência na UTI	2	8) Quartos da UTI 5 com estativas verticais articuladas, que facilitam o arranjo dos equipamentos cirúrgicos e equipe.	Entrevistas
4	Muitos pacientes tiveram longa internação na UTI, o que criou a necessidade de ações de mobilização precoce	4	9) UTI 2 e 5 com áreas de circulação maiores e mais largas permitem caminhadas do paciente. 10) UTI 5 com área externa de jardim permite contato com a natureza.	Entrevistas
5	Registros eletrônicos beira leito acarretavam maior risco de contaminação, assim como a saída do quarto com registros escritos em papel.	1	Escrever com caneta diretamente nos vidros dos quartos, para posterior transcrição nos sistemas informatizados, do lado de fora do quarto	Entrevistas

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no Quadro 10, o primeiro problema identificado pelos entrevistados foi que o risco de contaminação com o novo coronavírus restringiu o acesso das equipes assistenciais aos quartos das UTIs, o que prejudicou os processos até então centrados na assistência beira leito. A fala do entrevistado 1, médico, foi de que *“quanto menos tempo as pessoas ficarem dentro do box é melhor, então aquele negócio da checagem à beira leito acabava não sendo uma boa opção para o COVID”*. O entrevistado 3, enfermeiro disse que *“foi o que aconteceu no Covid; a gente entrava só quando era necessário entrar no box do paciente. Então ficava tudo pra fora,..., até para facilitar o distanciamento, foi necessário, não podia deixar o funcionário sentadinho grudadinho ali no computador dentro do box, que não era o indicado, tinha de ser tudo longe”*.

Essa mudança evidenciou a importância de uma folga em termos de distanciamento físico entre equipe assistencial e pacientes, e que, ao mesmo tempo, proporcionasse boa visibilidade nas UTIs, o que foi mencionado por 9 dos 11 entrevistados. O entrevistado 1, médico, apontou que as UTIs mais antigas (UTIs 1, 2 e 3) têm uma melhor distribuição, com *“um posto mais central que fica no meio dos leitos”* e que nesses modelos circulares há *“uma visão melhor dos pacientes”*. Esta posição foi acompanhada pelo entrevistado 6, fisioterapeuta, que explicou que *“consegue bater o olho em todos os pacientes praticamente ao mesmo tempo e isso facilita muito”*. Já com relação à UTI 5, em formato retilíneo e com subpostos a cada dois leitos, o entrevistado 3, enfermeiro, afirmou que esses subpostos permitiram a completa visualização do paciente e possibilitaram as *“atividades de checagem e evolução ali do lado do paciente”*, além de *“também deixar privativo, com cortina dentro dos vidros.”* Em contraponto, a crítica do entrevistado 4, enfermeiro, ao formato da UTI 5 é a de que ele *“tem que ir de um por um; tem que estar exatamente na frente do box para visualizar o paciente”*.

A partir das manifestações dos entrevistados, verifica-se que existem diferentes soluções para garantir a folga de distanciamento físico, com diferentes implicações para a visibilidade. As UTIs 1, 2 e 3 (mais antigas) têm formato circular e um posto assistencial central e aberto (Figura 8), com quartos individuais com divisórias de vidros e persianas, elementos arquitetônicos que conferem visualização direta tanto do paciente no quarto quanto dos demais colegas. Já a concepção da UTI 5 é diversa: tem formato retilíneo, com posto aberto e subpostos na frente dos quartos individuais (um subposto a cada dois quartos), com divisórias de vidro duplo e persianas, elementos arquitetônicos que também conferem alta visibilidade do paciente e dos equipamentos de monitorização, simultaneamente à privacidade, nos momentos em que isto se faz necessário.



Figura 8: UTI 2, circular com posto central e subpostos (Figura a) e UTI 5, retilínea com subpostos a cada 2 quartos (Figuras b e c).



Fonte: Fotos do autor.

A implementação dos subpostos ocorreu apenas no ano de 2017, com a construção da UTI 5, que além de fornecerem uma ampla visualização dos pacientes e dos equipamentos, evitaram entradas desnecessárias no quarto. Essa experiência dos subpostos foi positiva e replicada na UTI 2.

O segundo problema enfrentado (Quadro 10) foi a “*críticidade dos pacientes com COVID-19*” e, por esta razão, o uso de mais recursos, conforme o entrevistado 2, enfermeiro, como a necessidade de mais equipamentos e de equipes maiores, que demandaram espaços físicos maiores. Cinco dos 11 entrevistados apontaram essa necessidade. Conforme o entrevistado 8, técnico(a) de enfermagem, há “*uma demanda muito grande de profissionais para muito pouca oferta de salas de prescrições*”. Essa também foi a percepção do entrevistado 6, fisioterapeuta, que afirmou existir uma dificuldade com relação ao compartilhamento dos espaços físicos dos subpostos pois “*as vezes tu queres fazer uso, tu queres sentar para evoluir e aí a enfermeira está usando, aí depois da enfermeira os médicos chegam e passam a usar*”.

Embora os espaços para as equipes assistenciais das UTI projetadas tenham folgas físicas, que foram verificadas comparativamente com os requisitos mínimos da RDC 50

(Quadros 11 e 12), ainda assim houve percepções de que esses espaços eram insuficientes, especialmente na UTI 5, que não possuía uma área exclusiva para prescrição médica.

Quadro 11: Folgas no espaço físico do posto assistencial em relação à RDC 50/2002 da ANVISA).

Requisitos mínimos (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Posto enfermagem (assistencial)	Há pelo menos 1 posto p/cada área coletiva ou conjunto de quartos?	S		S	4 subpostos	S		S	8 subpostos
	A área é de no mínimo 6,0m <sup>2</sup> ?	S	9 m <sup>2</sup> (150 %)	S	18 m <sup>2</sup> (300 %)	S	4 m <sup>2</sup> (67 %)	S	15 m <sup>2</sup> (250 %)
	Permite a observação visual direta do leito/dados do paciente? (ou eletrônica)	S		S		S		S	

S: Sim. N: Não.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais e na RDC 50.

Quadro 12: Folgas no espaço físico da prescrição em relação à RDC 50/2002 da ANVISA.

Requisitos mínimos (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Prescrição médica	A área é de no mínimo 1,5 m <sup>2</sup> ?	S	2 m <sup>2</sup> (133 %)	S	9,9 (660 %)	S	6,7 m <sup>2</sup> (444 %)	S	

S: Sim. N: Não.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais e na RDC 50.

Ainda sobre o problema da criticidade dos pacientes com COVID-19, dois dos 11 entrevistados se manifestaram a respeito da importância de haver uma farmácia dentro da UTI. O entrevistado 6, fisioterapeuta, referiu-se a pegar materiais na farmácia, como *“as cânulas de alto fluxo; a gente pega tudo ali na farmácia; então para a gente que está ali dentro, facilita muito, o paciente está necessitando numa urgência, tu só vais ali e pega e já instala. Facilita muito o processo”*. Verifica-se então que todas as UTIs projetadas contavam com uma folga física de uma farmácia local, requisito que, pela RDC 50/2002, não é obrigatório. Esta folga contribuiu para o rápido atendimento dos pacientes das UTIs 1, 2, 3 e 5, evitando o percurso de uma longa distância de ida e volta até a farmácia central.

De uma forma geral, segundo 10 de 11 entrevistados, a criticidade dos pacientes demanda mais espaços no quarto dos pacientes da UTI. Nesse sentido, o entrevistado 2,

enfermeiro, referiu que o *“box ser maior ajuda no atendimento do paciente mais crítico porque tu acabas tendo que adicionar mais equipamentos para fazer o cuidado do paciente. Então tu vais adicionar um equipamento de diálise e tu vais adicionar algum equipamento específico para ventilação, que não seja um respirador, a gente usou muito não invasivo nesse processo; tu vais ter que fazer ECMO em algum paciente; além disso, tem todas as infusões, todos os outros processos que ficam ali grudadinhos no paciente, e as pessoas têm que chegar até o paciente.”*. O entrevistado 4, enfermeiro, comparando o exemplo dos quartos maiores da UTI mais nova (UTI 5) com os quartos menores das UTIs antigas (UTIs 1, 2 e 3) afirmou o seguinte: *“na nova a gente coloca a cama, a poltrona, a cadeira do familiar, tudo dentro do Box; na antiga a gente tem que entrar com a poltrona, para o paciente sair com a cama não tem espaço para o familiar, ou se não, também para a mobilidade do paciente é bem complicado, ele é bem apertado assim realmente; pacientes muito graves onde tem muito equipamento envolvido, ECMO, diálise, balão de swan ganz, enfim, dispositivos de alta complexidade, o espaço fica apertado”*. O entrevistado 1, médico, referiu a necessidade de espaços maiores: *“ali na UTI 3, eu não sei se é porque a gente mudou, o corpo clínico cresceu, o staff da UTI aumentou, o paciente ficou mais complexo, ou se é só porque a gente tem um bloco de 16 que tem box maiores, mas eu acho que podia ter mais espaço no box e a sala de prescrição também com um espaço maior”*, depoimento corroborado pelo entrevistado 3, enfermeiro, de que *“na UTI 3 o espaço é bastante limitado; não cabe a máquina de diálise e os recursos que a gente tem hoje a beira leito estão aumentando muito; então é bastante importante a gente mudar o tamanho do box, principalmente”*. Sob a perspectiva do profissional da fisioterapia (entrevistado 5), o maior espaço no quarto dos pacientes da UTI 5 foi um diferencial importante: *“o tamanho do box; para nós fisioterapeutas que necessitamos de muito espaço nos boxes, em função de poltrona, de prancha ortostática, tudo isso que a gente carrega para dentro do box, foi muito bom”*, diferentemente do *“que acontece nas UTIs antigas: se eu tivesse um paciente em hemodiálise, por exemplo, que tem no mínimo duas bombas de infusão, ou três, para eu tirar ele do leito, eu preciso deixar ele em pé e passar ele para a poltrona, e puxar a cama para fora do box, ..., porque a gente não consegue deixar uma poltrona por box, ou empurrar a cama bem para o cantinho, junto a janela para poder colocar a poltrona. Já num caso de prona, já na COVID, o box muito pequeno, com muitas bombas de infusão, então o bloco 16 já tem isso, ajuda e muito; a gente já sente muita diferença saindo dali para outra UTP”*.

Complementando a análise, foram comparados os espaços físicos dos quartos dos pacientes com os requisitos da norma RDC 50/2002 da ANVISA, para medir as folgas. Verificou-se que todos os quartos das UTIs projetadas são individuais e têm folgas de espaço

físico (Quadro 13), ou seja, têm dimensões maiores do que as mínimas preconizadas na RDC 50. Para o cálculo dessas folgas foi utilizada a medida média de cada quarto, para cada UTI, uma vez que têm tamanhos diferentes, com pequenas variações. Ainda assim, a percepção dos entrevistados é de que os quartos das UTIs antigas (UTIs 1, 2 e 3) são pequenos para esse tipo de paciente tão grave.

Quadro 13: Folgas no espaço físico dos quartos individuais das UTIs 1, 2, 3 e 5, em relação à RDC 50/2002 da ANVISA.

Requisitos mínimos para o quarto de UTI (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga
Quarto (isolamento ou não)	O quarto tem pelo menos 10,0m <sup>2</sup> ?	S	4,61m <sup>2</sup> (46 %)	S	4,77m <sup>2</sup> (48 %)	S	3,02m <sup>2</sup> (30 %)	S	9,33m <sup>2</sup> (93 %)
	O leito está à distância de 1 m das paredes laterais?	S	0,3m	S	0,29m	S	0,25m	S	0,4m
	Há pelo menos 1,2 m entre o pé da cama e a parede?	S	0,9m	S	0,95m	S	0,77m	S	2,1m
	Há incidência luz natural (direta no ambiente)?	P		S		S		S	

S: Sim. N: Não.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais e na RDC 50.

O terceiro problema enfrentado foi a necessidade de realização de cesariana de urgência na UTI. As estativas verticais articuladas (Figura 9) e os quartos maiores, segundo o entrevistado 2, enfermeiro, “*não só ajuda a assistência como favorece a adaptação para a necessidade do paciente; ... a gente fez uma cesárea em um box de UTI; uma grávida com Covid, com uma piora bem rápida de sintomas respiratórios. Ela ia ter de ser entubada, e a única coisa que podia ser feita naquele momento. E a decisão médica foi de retirar o bebê, de fazer a cesária dentro do box porque não dava para tirá-la do box da UTI, ela não tinha condições de ser transportada. Isso aconteceu, ainda bem, numa área onde a gente tinha estrutura para isso, onde a gente conseguia fazer a cesárea; foi na CTI do bloco 16 ... Eu não tenho dúvida que isso seria quase impossível no box das UTIs mais antigas porque eles são bastante restritos*”.

Figura 9: Estativas verticais articuladas.



Fonte: Fotos do autor.

O quarto problema enfrentado foi o longo tempo de recuperação dos pacientes críticos com COVID-19 nas UTIs. Nesse sentido, ter espaços para a fazer a mobilidade precoce do paciente é benéfica para a recuperação do mesmo. O entrevistado 3, enfermeiro, falou sobre diferenciais da UTI 5: *“o paciente, mesmo com muitos equipamentos, ele é mobilizado, ele vai para o jardim; e lá, naquele jardim, é o momento que ele possui uma melhoria na qualidade de vida”* e há *“um corredor extenso onde é possível caminhar com os pacientes ... ele é largo, então permite a passagem com tranquilidade dos equipamentos”*. Áreas de circulação mais largas e áreas externas de jardim não são obrigatórias pela RDC 50/2002, sendo folgas físicas.

O quinto problema estava relacionado ao formato dos registros, que até à pandemia eram realizados eletronicamente à beira leito e passaram a ser feitos fora do quarto do paciente com COVID-19. A estratégia adotada pela a equipe, para enfrentar esse problema foi a de redesenhar os processos assistenciais dentro das UTIs, com adaptações no sistema de trabalho para esse contexto específico (CARAYON, PERRY, 2021; GURSES et al., 2020). Face aos maiores riscos de contaminação no quarto, as equipes passaram a fazer os registros nas divisórias de vidro dos quartos, para também evitar de sair com papéis possivelmente contaminados. Esse é o relato de um dos 11 entrevistados, o entrevistado 2, enfermeiro: *“as pessoas estavam usando o vidro do box para escrever as informações do paciente. Porque as pessoas não trocavam papel. ...isso acho também fez com que a gente pensasse diferente, como organizar as coisas”*.

#### **4.3. Dimensão 1: folgas no espaço físico das UTIs adaptadas**

O Quadro 14 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao espaço físico das UTIs adaptadas, assim como a fonte dessas evidências.

Quadro 14: Problemas enfrentados e folgas nos espaços físicos das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados	N	Folgas	Fonte de evidências
1) Grande aumento do número de pacientes críticos com COVID-19 e falta de leitos de UTI.	11	1) Disponibilidade de utilizar a área do TMO para alocar 22 pacientes críticos com COVID-19, em abril e maio de 2020. 2) Disponibilidade de utilizar da área dos CRs (CR ambulatorial, CR adulto e CR pediátrico, salões coletivos com cortinas, para alocar pacientes críticos com COVID-19, em março e abril de 2021.	Registros de serviços e entrevistas
2) Baixa visibilidade dos espaços físicos da UTI adaptada no TMO.	9		Entrevistas
3) Falta de privacidade nos quartos do TMO, com 2 pacientes, e nos salões coletivos dos CRs	6		Entrevistas
4) Grande distância entre as áreas adaptadas para UTI e a farmácia.	4	3) Foi instalada uma farmácia adaptada dentro do TMO, para atender rapidamente os pacientes com COVID-19. 4) Foi instalada uma farmácia dentro da área dos CRs do 3 andar, para atender rapidamente os pacientes c/m COVID-19.	Entrevistas
5) Salões coletivos dos CRs aumentam a possibilidade de contaminação.	6	5) Utilização de 2 quartos de recuperação individuais do CR adulto e colocação de divisórias e portas na entrada dos CRs adulto e pediátrico, para separar área limpa (de paramentação) da área suja.	Entrevistas
2) Baixa visibilidade dos espaços físicos da UTI adaptada no TMO	9	Foram instalados computadores no corredor de circulação do TMO, em frente aos quartos, para observação dos pacientes enquanto atividades nos computadores eram realizadas.  Foram reposicionados os pacientes e os monitores nos quartos, junto ao pé da cama, possibilitando a visualização através do vidro da porta.  Foi instalada telemetria no posto assistencial do TMO, para monitorar os parâmetros vitais dos pacientes, à distância.	Entrevistas
3) Falta de privacidade no TMO	6	Foi instalado biombo dentro do quarto do TMO com 2 pacientes.	Entrevistas

N: Número de entrevistados que fez referência (total de 11).

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme já mencionado, no início da pandemia os pacientes do TMO foram transferidos para outro prédio, onde anteriormente eram alocados os pacientes de baixa complexidade, provenientes de procedimentos eletivos que foram suspensos durante a COVID-19. E a área do TMO foi adaptada para funcionar como UTI, devido à falta de leitos para pacientes com COVID-19.

O uso do TMO como UTI evidenciou que as paredes impediam a visualização dos pacientes e também que a equipe escutasse os alarmes dos equipamentos. Nove dos 11 entrevistados abordaram esta característica indesejável. O entrevistado 1, médico, afirmou que

“a gente só tá aqui porque tem a pressão negativa, então a porta tem que ficar fechada, mas a porta fechada ninguém enxerga o paciente; tem aquele vidrinho na porta que mal se enxergava o pé do paciente e não se ouve o alarme, não se ouve paciente gritando,...então assim o que é bom para uma unidade de internação que é um certo isolamento acústico e uma porta que dá privacidade para o paciente, é péssimo para UTI para a segurança do paciente”. Esses aspectos também foram marcantes para o entrevistado 2, enfermeiro, que mencionou que esta área “exigiu uma adaptação muito grande da equipe, para a demanda dos pacientes em quartos fechados, sim, e monitorizações longe, porque a CTI tu olhas o paciente o tempo inteiro ... Ali tu tinhas porta, tu tinhas um corredor, até chegar no leito do paciente”. O entrevistado 3, enfermeiro, afirmou que “os monitores, que antes ficavam na cabeceira, foram colocados todos nos pés dos pacientes para quem passasse pela porta já conseguisse olhar aquele monitor” assim como foram instalados “computadores em retaguarda, em bancadas, para poder ajudar”, isso no corredor central. O entrevistado 5, fisioterapeuta referiu a tentativa de “colocar os pacientes mais no meio do box para ver se melhorava a visualização externa”. Já o entrevistado 7, técnico de enfermagem referiu a não utilização dos computadores nos postos: “era muito difícil para gente trabalhar porque o posto, onde tem vários computadores que a gente poderia checar, não no sistema beira leito, a gente não enxergaria paciente nenhum. Então a gente se revezava e usava aqueles computadores que ficavam lá no meio do corredor; porque não tem nada de computadores fora, mais próximo do paciente ”.

Em alguns quartos criou-se uma situação indesejada, que foi a falta de privacidade, cuja percepção foi apresentada pelo entrevistado 3, enfermeiro: “era um leito de unidades de internação onde colocaram dois pacientes lá dentro. Não existia privacidade adequada. A gente colocava um biombo para proteger” e “tinha que fechar homem com homem e mulher com mulher. Era um drama para fazer acontecer”.

Com base na análise dos documentos, verificou-se que, quanto às dimensões, os quartos do TMO são superiores aos requisitos mínimos da RDC 50/2002 para esta área, assim como superiores se fossem considerados os critérios mínimos para UTI (Quadro 15).

Quadro 15: Características do TMO, com relação ao espaço físico.

Requisitos para o TMO, como área de internação		Mínimo (RDC 50)	Existente no TMO, projetado em 2015
Espaço físico	Posto assistencial	6 m <sup>2</sup>	36,2 m <sup>2</sup> (folga 500%)
	Prescrição	2 m <sup>2</sup>	10,30 m <sup>2</sup> (folga 400%)
	1 subunidade exclusiva, com no mínimo 3 quartos individuais com filtragem absoluta do ar interior no caso de transplantados alogênicos e um subposto de enfermagem. Os ambientes de apoio poderão ser compartilhados com os da unidade de internação, desde que no mesmo pavimento.	10 m <sup>2</sup> (quarto individual)	6 quartos individuais com 23,8 m <sup>2</sup> (média), (folga 138%). Na pandemia: 4 quartos individuais transformados em duplos.
		7 m <sup>2</sup> /leito (quarto coletivo)	6 quartos duplos com 23,8 m <sup>2</sup> (média)
		10 m <sup>2</sup> (isolamento)	2 quartos de isolamento com antecâmaras, com 18,5 m <sup>2</sup> (média)

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da RDC 50 e dos projetos arquitetônicos.

Um problema enfrentado foi a distância a ser percorrida entre a UTI adaptada no TMO e a farmácia central, segundo 4 dos 11 entrevistados. O entrevistado 6, fisioterapeuta, referiu-se ao trajeto percorrido: *“tinha que descer até a (farmácia) do terceiro andar, pegar o que tinha que pegar, e subir. Mas acho que isso durou um mês ou umas três semanas aí o pessoal já montou, abriu, na verdade era uma sala de reuniões que tinha, e montou uma farmácia lá dentro”*.

A baixa visibilidade *relacionada* aos espaços físicos dessa área adaptada, somada à diminuição desses pacientes críticos a partir de maio de 2020, parece ter sido o fator determinante para deixar de ser uma UTI COVID-19. Quase um ano após, em março de 2021 (ver item 4.1), um novo pico acarretou a suspensão das cirurgias eletivas, o que deixou ociosos alguns Centros de Recuperação Cirúrgica (CR), que passaram a ser utilizados como UTI COVID-19.

O entrevistado 1, médico, esclareceu quais foram as 3 áreas de CR utilizadas como UTI: que *“no final de semana em que foi aberta, a UTI do CR, foram abertos 10 leitos no CR do 1º andar. Aí na semana seguinte a gente precisou de mais leitos; nós subimos esses 10 pacientes para o 2º andar e abrimos 20 e depois mais 10, foram 30 no 2º andar”*. De acordo com o entrevistado 4, enfermeiro, *“a gente tentava deixar no salão grande do CR os pacientes menos complexos; não eram pacientes entubados, não tinha diálise, eram pacientes geralmente em alto fluxo, que precisavam de algum olhar; como a emergência já estava lotada, o andar já estava lotado, enfim, o hospital todo virou praticamente uma CTI, ... e no salão pequeno, onde tinha os dez leitos, ali se chegou a colocar pacientes em diálise”*.



Já o entrevistado 2, enfermeiro, falou: *“a gente estava numa situação de guerra ... ou era isso ou os pacientes morriam de outra forma. Então utilizar o CR do 2º andar, embora existisse uma estrutura de equipe para atender o paciente, não tinha espaço entre os pacientes. A gente tinha uma expectativa de não ter pacientes muito graves (ah, vamos abrir essa área e vamos botar os pacientes que tão numa situação intermediária). E, na realidade, não foi isso que aconteceu. Os pacientes chegaram e não conseguiam mais estar em uma situação intermediária. A gente chegou num momento em que dos 30 pacientes 24 estavam entubados naquela área do CR”*.

Outro problema, foi a alta possibilidade de contaminação das equipes e dos pacientes em áreas coletivas. Como o CR adulto contava com 4 salas de recuperação individuais, na entrada, uma delas foi transformada em área de paramentação (área limpa, para entrada da equipe) e a outra em sala de desparamentação (área suja, para saída da equipe), como referiram 6 dos 11 entrevistados. A percepção do entrevistado 3, enfermeiro, foi de que tudo foi adaptado rapidamente, para ter dois fluxos, de entrada e de saída: *“foi criada uma estrutura para as pessoas se trocarem, então a gente entrava por uma porta num daqueles boxes, trocava de roupa, botava os aventais, paramentava e depois quando saía usava o outro box.”*. Já a manifestação do entrevistado 1, médico, é de que embora se colocasse avental, se trocassem as luvas, se lavassem as mãos, como *“era um paciente do lado do outro, era impossível ter um controle de transmissão cruzada de germes”*.

O pequeno espaço entre os leitos desses salões coletivos, foi também um problema enfrentado, conforme os relatos de 5 entrevistados. Se, por um lado, o entrevistado 1, médico, referiu que *“num primeiro momento foi só paciente com cateter nasal de alto fluxo ou máscara de não invasiva”*, por outro lado essa situação evoluiu e se *“começava a ver que o cara da frente foi entubado, o cara do lado foi entubado, e aquilo começou a gerar uma ansiedade violenta de todos os pacientes, de quem atendia ali, de quem trabalhava ali, porque ficava todo mundo muito exposto”*, sem privacidade. No mesmo sentido foi a manifestação do entrevistado 3, enfermeiro: *“era um paciente grudado no outro. Eles vendo inclusive o que estava acontecendo com o vizinho, porque quando acontecia uma intercorrência com um, era tão grudado que era necessário abrir as cortinas para poder trabalhar em cima daquele paciente que precisava do atendimento, então os dois vizinhos do lado acabavam acompanhando e vendo a cena e para a equipe também era bastante dramático assim, porque os pacientes começavam a chorar. E aí a gente não sabia se acudia o paciente que não estava passando mal ou se acudia o paciente que estava passando mal;...Todo mundo entendeu que era necessário, que era bom isso, era isso ou eles iam morrer, porque não tinha onde colocar, a maioria eram clientes nossos, do*

*Hospital, e o Hospital tomou a decisão nesse momento de atender os seus clientes, de não deixar abandonado, tipo 'vai procurar outro hospital'. Então a gente nunca fechou as portas."*

Após esses relatos, mediu-se o espaço entre os leitos, comparativamente com os requisitos mínimos da RDC 50 (Quadro 16): são três salões coletivos, cada um com um posto central. As configurações atendem todos os requisitos da RDC 50 para recuperação pós-anestésica, mas não para UTI coletiva, pois os CRs têm postos assistenciais grandes, mas o afastamento entre leitos é de 0,9 m a 1,10 m, quando o requisito para UTI coletiva, em enfermaria, é de 2 m.

Quadro 16: Características dos CRs (Centros de Recuperação Cirúrgica), com relação ao espaço físico.

Requisitos mínimos para áreas de recuperação pós-anestésicas, em centros cirúrgicos (RDC 50)		Mínimo (RDC 50)	Existente nos CRs, conforme projetos
Espaço físico	Cálculo da quantidade de macas:	n° de salas cirúrgicas + 1	<u>CR ambulatorial</u> , 12 leitos e posto com 26 m <sup>2</sup> (na pandemia foi utilizado como 10 leitos de UTI, 1 semana)
	Quantidade mínima de macas:	2	
	Distância entre macas: 0,8 m.	0,8 m	<u>CR adulto</u> , 24 leitos (3 de isolamento) e posto com 19 m <sup>2</sup> (na pandemia foi utilizado como 21 leitos de UTI; os isolamentos foram adaptados para vestiários de barreira e farmácia)
	Distância entre macas e paredes, exceto cabeceira (com espaço suficiente para manobra da maca junto ao pé dessa):	0,6 m	<u>CR pediátrico</u> : 9 leitos (1 de isolamento), posto com 17 m <sup>2</sup> (na pandemia foi utilizado como 10 leitos de UTI)

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da RDC 50 e dos projetos arquitetônicos.

De forma semelhante ao TMO, a distância entre os CRs e a farmácia era grande distância, tendo sido adaptada uma farmácia no local, para funcionamento como UTI COVID. Essa foi a fala do entrevistado 6, fisioterapeuta: "*daqueles boxes, ... o segundo ficou para armazenamento de materiais, respiradores e material de oxigênio; ficou uma mini farmácia ali dentro, de material de curativo, etc. ... para a gente que está ali dentro, facilita muito, o paciente está necessitando numa urgência, tu só vais ali e pega e já instala. Facilita muito o processo, na adaptada do CR, eles no início não tinham*".

#### 4.4 Dimensão 2: folgas na infraestrutura de energia elétrica das UTIs projetadas

O Quadro 17 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas à energia elétrica das UTIs projetadas, assim como as fontes dessas evidências.

Quadro 17: Problemas enfrentados e folgas na energia elétrica das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados		N	Folgas	Fontes de evidências
1	Instabilidade e falta no fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária.	9	1) Disponibilidade de dupla entrada de energia no hospital.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			2) Disponibilidade de geradores nas instalações do hospital (UTIs 1, 2 e 3 com 2 geradores; UTI 5 com 1 gerador).	
			3) Disponibilidade de nobreaks para todas as UTIs: UTI 5: dois nobreaks para toda a instalação elétrica (carga total). UTIs 2 e 3: no break para toda a instalação elétrica (carga total). UTI 1: no break para o posto assistencial e para os painéis de tomadas de cada box de paciente (carga parcial).	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			4) Disponibilidade de baterias para os equipamentos de monitoramento e suporte à vida, inclusive com alarme, em todas as UTIs.	
			5) Disponibilidade de baterias reserva para os equipamentos de monitoramento e suporte à vida, em todas as UTIs.	
2	Maior necessidade de tomadas para ligar os equipamentos dos pacientes mais graves.	10	6) Disponibilidade do triplo de tomadas, em relação ao previsto na norma, nas UTIs 2, 3 e 5.	Entrevistas e documentos
3	Maior consumo de carga elétrica nas instalações da UTI.	4	7) 2 alarmes adicionais (visuais e sonoros) no sistema de IT médico (local e remoto) nas UTIs 2, 3 e 5 IT médico.	Entrevistas e registros de serviços
			8) Alarmes configurados para tocar quando da utilização de 50% da carga máxima (UTIs 2, 3 e 5), com folga no dimensionamento dos circuitos elétricos. Reconfiguração dos alarmes, para tocar quando da utilização de 70% da carga máxima (UTIs 2, 3 e 5).	
4	Grande movimentação de equipamentos ligados ao paciente, dentro do box.	2	9) Disponibilidade de estativas verticais articuladas, com muitas tomadas, na UTIs 5 (mobilidade das instalações elétricas).	Entrevistas e registros de serviços
5	Aumento do número de pacientes com COVID-19 transportados entre os serviços do hospital.	1	10) Disponibilidade de tomadas elétricas em áreas de circulação (corredores) dentro do hospital (fora da UTI) deram maior segurança no transporte intra-hospitalar.	Entrevistas e documentos

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

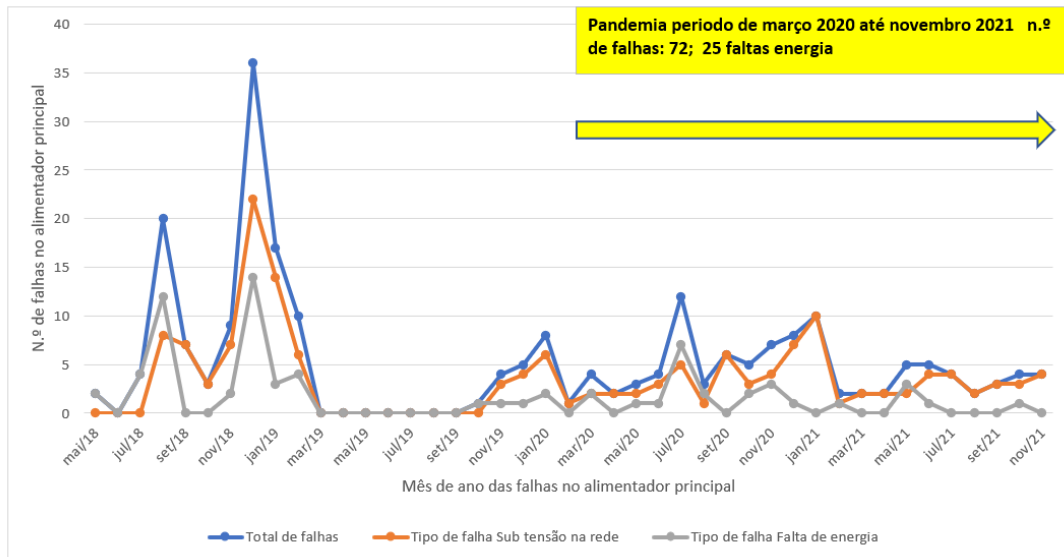
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nove dos 11 entrevistados se manifestaram no sentido de que as instabilidades no fornecimento de energia, primeiro problema identificado, não afetaram as UTIs projetadas. O entrevistado 2, enfermeiro, relatou uma situação específica em que houve falha de entrada de energia (queda de energia) e falha do gerador do novo prédio: *“A gente ficou sem nenhuma energia no Bloco 16 durante uma hora e alguma coisa. Mas como a UTI tem nobreak, não houve impacto. E também a nossa equipe de engenharia já tinha previsto baterias extras para respiradores e para essas coisas de suporte à vida do paciente. Então não houve impacto direto*

*para o paciente, mas foi uma situação de bastante stress, eu diria, porque a gente está muito acostumado que esse processo funciona muito bem no hospital. Cai energia, entra no alimentador secundário, o gerador entra por alguns segundos e nesse caso caiu o alimentador principal, o alimentador secundário não entrou. O gerador não entrou".*

Falhas no fornecimento de energia elétrica são frequentes, como se pode verificar na Figura 10, elaborada a partir de registros de serviços fornecidos pela equipe de manutenção do hospital. Do mês de março de 2020 ao mês de novembro de 2021 aconteceram 97 falhas, sendo 25 de falta de energia e 72 de subtensão no alimentador principal.

Figura 10: Falhas do alimentador principal de energia elétrica (falta de energia e subtensão na rede), de maio de 2018 a novembro de 2021.

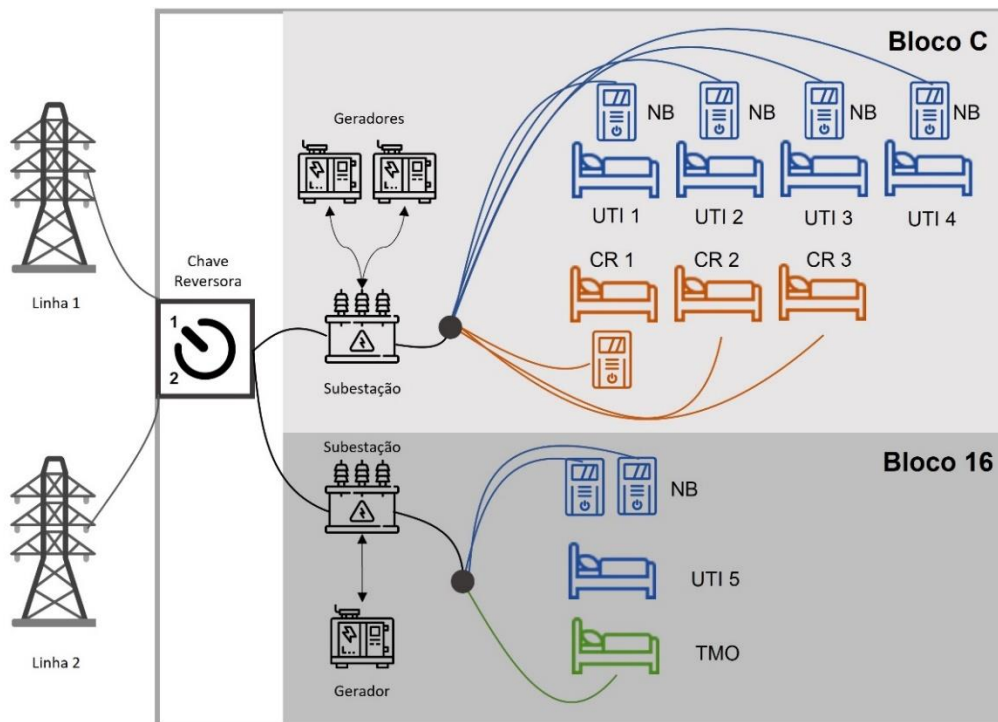


Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de registros de serviços fornecidos pela equipe do hospital.

Segundo os entrevistados, as UTIs projetadas não foram afetadas por falhas no fornecimento de energia elétrica, pois há uma cascata de folgas projetadas. Por exemplo, conforme pode ser observado na Figura 11, verificou-se, com base em projetos elétricos, que há duas redes de alimentação de energia elétrica conectadas à chave reversora automática, entradas independentes que constituem uma folga de 100%. As subestações transformadoras têm cargas elétricas em sistema de emergência (EE, classe 15 segundos), ou seja, cada bloco hospitalar tem gerador próprio. No Bloco C, onde estão localizadas as UTIs 1, 2 e 3, foi configurada uma folga adicional de 100%, com a instalação de um segundo gerador porque ali estão instalados também outros serviços críticos (Apêndice B). Além da dupla entrada de energia e dos geradores, há nobreaks para cada uma das UTIs (classe 0,5 segundos), com

capacidade de baterias para 2 horas de operação com carga plena, sendo que a UTI 5 dispõe de 2 nobreaks.

Figura 11: Esquema da rede de alimentação elétrica, com a dupla entrada de energia, geradores e nobreaks (NB) das UTIs planejadas (1,2,3, e,4) e das UTI adaptadas para COVID-19 (TMO e CRs).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à infraestrutura especificamente das UTIs, também com base em projetos elétricos, verificou-se: 1) que os postos de enfermagem e as salas de prescrições das UTIs projetadas operam com folgas com relação à elétrica de emergência e ao tempo de restabelecimento, que é menor que a exigência normativa (Quadros 18 e 19); 2) que somente as áreas de prescrição das UTIs projetadas operam com folgas quanto ao nível de aterramento.

Quadro 18: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para o posto assistencial.

Requisitos mínimos (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Posto enfermagem ou assistencial	Existe elétrica de emergência (EE)?	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	100 % (1 gerador)
	Energia elétrica é do Grupo 1? (nível de aterramento, ver item 2.5.2)	S		S		S		S	
	Elétrica de emergência (EE) é de Classe 15'? (tempo de restabelecimento, ver item 2.5.2)	S	Classe 0,5 (1 nobreak, com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (1 nobreak com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (1 nobreak com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (2 nobreaks cada um com banco de bateria de 2h)

S: Sim. N: Não.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais.

Quadro 19: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para a prescrição.

Requisitos mínimos (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Prescrição	Existe elétrica de emergência (EE)?	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	100 % (1 gerador)
	Energia elétrica é do Grupo 0? (nível de aterramento, ver item 2.5.2)	S	Grupo 1	S	Grupo 1	S	Grupo 1	S	Grupo 1
	Elétrica de emergência (EE) é de Classe maior que 15'? (tempo de restabelecimento, item 2.5.2)	S	Classe 0,5 (1 nobreak com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (1 nobreak com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (1 nobreak com banco de bateria de 2h)	S	Classe 0,5 (2 nobreaks cada um com banco de bateria de 2h)

S: Sim. N: Não.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais.

Outro problema apontado por 10 dos 11 entrevistados, foi a maior necessidade de uso de equipamentos pelos pacientes com COVID-19, com necessidade de mais tomadas nos

quartos, para ligar esses equipamentos de suporte à vida (como respiradores, ECMO, máquinas de diálise, muitas bombas de infusão). O entrevistado 4, enfermeiro, referiu que são *“pacientes muito graves onde tem muito equipamento envolvido, ECMO, diálise, balão de swan ganz, enfim, dispositivos de alta complexidade”*. Contudo, segundo esse mesmo entrevistado, a UTI mais antiga (UTI 1), *“não tem a mesma estrutura”*, sendo necessário usar *“a tomada na parede para cama e as torres para os demais equipamentos, mas não tem tomada para tudo, a gente tem que desligar uma coisa, ligar, fazer o exame, e desligar a cama, ligar a cama, fazer essa troca aí”*.

No mesmo sentido foi a percepção do entrevistado 7, técnico de enfermagem: *“Lá nessa área que eu fico, que é a UTI mais antiga, acaba que falta as vezes tomada, agora com a questão do Covid; quando a gente abriu lá pra pacientes Covid, teve vários pacientes muito críticos, eram pacientes que estavam em ECMO, aquele sistema de circulação extra corpórea, só essa máquina ela já usa mais duas ou três tomadas, além de gases, mais as bombas de infusão, ...as vezes o paciente chega ficar com 10 bombas de infusão, isso significa 10 tomadas”*.

Analisando os documentos sobre os quartos das UTIs, verificou-se que há folgas na infraestrutura de energia elétrica (Quadro 20). Estes dispõem de folgas na elétrica de emergência (geradores), folgas no tempo de restabelecimento da energia (restabelecimento em até 0,5 segundos), que é menor que a exigência normativa (restabelecimento em até 15 segundos), folgas no número de tomadas elétricas (que foram insuficientes na UTI 1, segundo os entrevistados), folgas nos alarmes dos IT médicos, que sinalizam anomalias também na sala da engenharia clínica e na sala de segurança, além dos alarmes na própria UTI.

Quadro 20: Folgas projetadas na energia elétrica (em relação à RDC 50/2002 da ANVISA) para o quarto do paciente da UTI.

Requisitos mínimos (RDC 50/2002)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Quarto do paciente	Existe elétrica de emergência (EE)?	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	200% (2 geradores)	S	100% (1 gerador)
	EE é do Grupo 2 – IT Médico? (com alarme visual e sonoro na UTI)	N (Grupo 1)		S	Alarmes em mais 2 locais	S	Alarmes em mais 2 locais	S	Alarmes em mais 2 locais
	EE é de Classe 15?	S	100%; (1 NB, Classe 0,5’)	S	100% (1 NB, Classe 0,5’)	S	100% (1 NB, Classe 0,5’)	S	200% (2 NB, Classe 0,5’)
	Existe elétrica diferenciada – ED para equipamentos?	S		S		S		S	
	ED é do grupo 2?	N (Grupo 1)		S		S		S	
	ED é classe 0,5’?	S		S		S		S	
	Há 8 tomadas de equipamento/leito?	S	10 tomadas; 125%	S	16 tomadas 200%	S	16 tomadas 200%	S	16 tomadas 200%
	Há tomada de RX a menos de 5m leito?	S		S		S		S	
	O aterramento é TN-C? (proibido)	N		N		N		N	

S: Sim. N: Não. NB: nobreak.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em documentos institucionais.

Outro problema apontado pelos entrevistados foi a maior demanda na carga elétrica em cada circuito e nas UTIs, que decorreu do uso de um maior número de equipamentos. O relato do entrevistado 4, enfermeiro, é de que “alguns equipamentos a gente não pode ligar todos na torre porque sobrecarrega, caia a rede. Toda a área antiga, a 1 a 2 e a 3, se ligar a cama, a bota, se o médico ligar o ecógrafo, enfim, ela vai alarmar”. O entrevistado 10, engenheiro, traçou comparações entre a operação em condições normais e durante a COVID-19: “em 10 leitos usar 3 equipamentos, numa instalação total; outra coisa é começar a virar uma UTI COVID, que você começa a usar equipamentos em quase todos leitos; e aí as UTIs antigas não vão suportar em relação à potência instalada”. Este mesmo entrevistado destacou que “tem que ver se esse nobreak vai suportar essas potências adicionais instaladas”, enfatizando que as “nossas UTIs novas já têm também esses dispositivos de isolamento chamado de IT médico, que também pode ajudar quando tu começa a colocar mais



*equipamentos". O entrevistado 11, engenheiro acrescentou que "o IT médico geralmente tem um anunciador de carga, então por exemplo, o disjuntor ali está para 10 amperes e o set point do IT médico estava regulado para 5 amperes; com o aumento dos equipamentos a amperagem subiu e começou a alarmar constantemente, então tivemos de ajustar o set point do alarme para 7 para poder chegar mais próximo do limite; hoje estão trabalhando com mais equipamento, com mais carga, então as CTIs estavam bem dimensionadas, tinham folgas, só tivemos de ajustar os alarmes".*

Um problema também enfrentado foi a grande movimentação de equipamentos ligados ao paciente dentro do box, seja para acomodar os diversos equipamentos ou mesmo para pronar um paciente (virá-lo de barriga para baixo), procedimento que necessita de muitos profissionais e espaço livre para a sua execução. Dois entrevistados relataram a importância das estativas verticais articuladas, que facilitavam a mobilidade das instalações dentro do quarto dos pacientes na UTI. O entrevistado 6, fisioterapeuta, destacou que essas estativas da UTI 5 *"facilitaram muito, principalmente para a fisio; quer mobilizar um paciente, botar ele virado para a janela. Essa mobilização nos permite que a gente consiga mobilizar tanto a cama quanto o próprio paciente dentro do box de uma forma bem melhor"*. Este entrevistado explicou que *"para a fisio, é muito importante isso, até para a segurança do paciente, com o uso de espaço maior, a gente consegue mobilizar ele de uma forma mais segura, sem que a gente consiga às vezes, por acidente, tracionar um cateter ou até mesmo as questões de tomada, puxa um cabo que está preso na tomada, alguma coisa assim ou até para segurança do paciente. Acho que o espaço físico ali no 16 é muito mais seguro."* O mais importante, segundo o entrevistado 11, engenheiro, *"são as estativas, onde a gente consegue centralizar toda a infraestrutura do leito, tanto a parte de rede quanto a parte de lógica, a parte de gases, a parte de elétrica, concentra tudo ali; é importante ela ser móvel, ela consegue alcançar mais espaços dentro do leito do que se fossem fixas. Isso é algo que eu considero, entre as melhores estativas móveis; onde tu possas movimentar o leito, transformar ele de várias formas"*.

Por fim, foi identificado um outro problema com relação à energia elétrica fora das áreas das UTIs, nas áreas de circulação dos pacientes críticos, que foi o aumento do número de pacientes com COVID-19 transportados entre os serviços do hospital, o que foi relatado por 1 dos 11 entrevistados. O entrevistado 1, médico, relatou que *"teve momentos difíceis"*, em *"algumas situações de transferência de paciente pronado, paciente em ventilação"*, em que, ao sair da emergência para a UTI, *"acabou a bateria do respirador no meio do corredor da emergência e a fisio imediatamente achou uma tomada e conectou"*, situação que o entrevistado

considerou que “*Isso foi uma coisa incrível ter aquilo ali, parece que surgiu assim... quem pensou em colocar uma tomada, um negócio no corredor, foi iluminado*”.

#### 4.5 Dimensão 2: folgas na energia elétrica das UTIs adaptadas

O Quadro 21 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas à energia elétrica das UTIs adaptadas, assim como as fontes dessas evidências.

Quadro 21: Problemas enfrentados e folgas na energia elétrica das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19.

Problema enfrentado		N	Folga	Fonte de evidências
1	Instabilidade e falta no fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária	6	1) Disponibilidade de dupla entrada de energia no hospital.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			2) Disponibilidade de geradores nas instalações do hospital: CRs, com 2 geradores; e TMO, com 1 gerador.	
			3) Disponibilidade de baterias para os equipamentos de monitoramento e suporte à vida, inclusive com alarme	
			4) Disponibilidade de baterias reserva para os equipamentos de monitoramento e suporte à vida;	
			5) Disponibilidade de nobreak no CR ambulatorial, do segundo andar. Este CR foi usado por apenas uma (1) semana como UTI, com 10 leitos.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			6) Foi instalado nobreak no CR pediátrico do terceiro andar para as tomadas beira leito (pacientes).	
			7) Foi instalada 1 tomada por leito com nobreak, no TMO.	
2	Aumento no número de equipamentos, com uma maior demanda de tomadas e cargas elétricas	9	8) Disponibilidade de tomadas elétricas no <u>CR ambulatorial do segundo andar</u> (usado por uma semana), em quantidade superior ao previsto na norma da ANVISA para CR (RDC 50/2002), atendendo o mínimo para UTI.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			9) Disponibilidade de tomadas elétricas no <u>CR pediátrico do terceiro andar</u> , em quantidade superior ao previsto na norma da ANVISA para CR (RDC 50/2002), atendendo o mínimo para UTI. Em função disso foi viabilizada a utilização, concomitantemente, de equipamentos de diálise e ventiladores.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
			10) Foram instaladas mais tomadas elétricas no <u>CR adulto do terceiro andar</u> , o que foi viabilizado em função da capacidade (carga) dos circuitos elétricos existentes. Apesar disso, só foi possível a utilização de 1 máquina de diálise a cada 5 leitos, em virtude da limitação de carga.	Entrevistas e registros de serviços
			11) Foram instaladas mais tomadas elétricas na área do <u>TMO</u> , o que foi viabilizado em função dos circuitos elétricos terem sido dimensionados com folgas.	Entrevistas e registros de serviços

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro problema identificado nas UTIs adaptadas foi o mesmo que se apresentou nas UTIs projetadas: o das instabilidades e falta de fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária. Embora tenham acontecido oscilações (subtensão) e falta de energia, 6 dos 11 entrevistados se manifestaram no sentido de que as UTIs adaptadas no TMO e nos CRs não foram afetadas, existindo um único episódio, em um momento pontual, que foi afetada a UTI adaptada no TMO.

O entrevistado 2, enfermeiro, apontou essa falta/falha da energia elétrica adaptada no TMO: *“porque não é uma área de UTI, não estava ligada em nobreak. A gente nesse dia tinha pacientes em diálise que pararam a diálise na hora que caiu a energia. Um dos aprendizados que a gente teve é que, sim, quando a gente fizer adaptações de área a gente tem que prever os mesmos níveis de segurança que a gente tem nas áreas oficiais. Mas, mesmo com algumas dificuldades, eu entendo que o que a gente conseguiu fazer, nessa área, atender a padrões mínimos de segurança e de cuidado do paciente”*. Já o entrevistado 10, engenheiro, sobre falta/falha na energia elétrica na UTI adaptada no TMO afirmou que *“ela não estava no nobreak do Bloco 16, coisa que a UTI do bloco 16 estava”*, o que foi posteriormente superado, pois foram colocados *“alguns pontos de tomadas em nobreak também, nesse lugar”*. Este entrevistado também referiu que foi instalado nobreak no CR pediátrico do terceiro andar.

O segundo problema nas UTIs adaptadas nas áreas do TMO e do CR foi o aumento do número de equipamentos necessários para atender os pacientes críticos com COVID-19, com uma maior demanda de tomadas e de carga elétrica. Nove dos onze entrevistados se manifestaram nesse sentido.

Na área do TMO, o entrevistado 4, enfermeiro, referiu que *“foram feitas algumas adaptações de tomadas porque é uma unidade de internação; raramente eles ocupam mais de uma bomba de infusão, e assim, para a gente o número de equipamentos é muito superior”*. O entrevistado 7, técnico de enfermagem, destacou que foram alocados dois pacientes por quarto na UTI do TMO e, como não estavam acostumados a ter dois pacientes de UTI juntos no mesmo box, viram que as tomadas seriam insuficientes, *“porque a gente já sabia do número de tomadas que se iria precisar, para as bombas de infusão, para os respiradores, para os monitores; aí começaram as adaptações, o pessoal da elétrica colocou umas régua adicionais na parede para aumentar o número de tomadas; eu lembro que tinham as tomadas 110V e 220V bem identificadas”*.

Sobre a segunda área adaptada para uso como UTI, nas recuperações cirúrgicas, a manifestação do entrevistado 2, enfermeiro, sobre o CR adulto e o CR pediátrico, no terceiro andar, é de que *“não tinha suporte de energia para ter muitos pacientes em diálise”, pois a*

“rede elétrica não dava conta de esquentar a máquina mais fazer a diálise”. A questão central passou a ser, para este entrevistado, a seguinte: “Quantos pacientes eu posso ter com esse suporte aqui? A cada quantos leitos eu posso ter uma dessas máquinas?”. Nesse sentido, o entrevistado 11, engenheiro 2, esclareceu que “primeiro tivemos de identificar quais as cargas máximas que podíamos usar em cada leito, cada circuito; tivemos de orientar as equipes, por exemplo, quando tinha alguma limitação de cargas”, pois os circuitos elétricos eram compartilhados entre os leitos em um salão coletivo. Este entrevistado acrescentou que havia “um limite físico ali” e que “nunca teve o problema de cair, mas a gente estava preparado, caso acontecesse; o bom é que a gente conhecia a infraestrutura; qual era a capacidade instalada”.

A partir do relato dos entrevistados, realizou-se a análise comparativa de documentos (normas brasileiras e projetos elétricos) e de relatórios da equipe de manutenção, tendo sido elaborados os Quadros 22 e 23. Essa análise apontou que o número de tomadas elétricas no TMO, no CR ambulatorial e no CR pediátrico atende a quantidade mínima exigida para uma UTI (8 tomadas/leito). Mesmo assim, foi necessária a instalação de régua com tomadas adicionais.

Quadro 22: Características do TMO, com relação às quatro dimensões da infraestrutura: energia elétrica.

Requisitos mínimos para internação de TMO (RDC 50 e NBR 13.534)		Valor mínimo	Características existentes no TMO
Energia Elétrica	Entrada de energia elétrica	1 entrada	2 entradas
	Elétrica de emergência (EE)	Classe 15', com 1 gerador Grupo 1	Classe 15', com 1 gerador Grupo 1
	Elétrica diferencial (ED)	não obrigatório	TMO: sem ED
	Quarto individual	1 tomada elétrica/leito	9 tomadas elétricas (8 no painel de cabeceira; 1 na parede)
	Quartos duplos	1 tomada a cada dois leitos	18 tomadas elétricas (16 nos 2 painéis de cabeceira; 2 na parede)

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir das normas brasileiras e dos projetos elétricos do hospital.

Quadro 23: Características dos CRs, com relação à infraestrutura de energia elétrica.

Requisitos mínimos para CR' (RDC 50 e NBR 13.534)		Valor mínimo	Características existentes nos CRs
Energia Elétrica	Entrada de energia elétrica	1 entrada	2 entradas
	Elétrica de emergência (EE)	Classe 15' (Gerador) Grupo 1	Classe 15' (2 Geradores) Grupo 1
	Elétrica diferencial (ED)	não obrigatório	CR ambulatorial: classe 0,5' (com nobreak) CR adulto: sem ED CR pediátrico: sem ED
	Tomadas	Sem especificação mínima	CR ambulatorial: 9 tomadas/leito. CR adulto: 5 tomadas/leito. CR pediátrico: 8 tomadas/leito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.6 Dimensão 3: folgas na infraestrutura de oxigênio das UTIs projetadas

O Quadro 24 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao oxigênio das UTIs projetadas, assim como as fontes dessas evidências.

Quadro 24: Problemas enfrentados e as folgas no oxigênio das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados	N	Folgas	Fonte de evidências
1 Grande aumento de demanda de O <sub>2</sub> , no hospital, nos meses de março e abril de 2021	8	1) Disponibilidade de 2 tanques de oxigênio líquido de 5.000 m <sup>3</sup> cada, num total de 10.000 m <sup>3</sup> .	Entrevistas, documentos e registros de serviços
		2) Aumento da capacidade de armazenamento de O <sub>2</sub> , que passou de 10.000 para 30.000 m <sup>3</sup> .	
		3) Disponibilidade de baterias, ou um conjunto de cilindros de reserva, para cada um desses 2 tanques.	Entrevistas, documentos e registros de serviços
		4) Disponibilidade de rede principal de O <sub>2</sub> configurada em anel, que além de equilibrar a pressão, permitiu a troca de um dos tanques sem necessidade de interrupção no fornecimento de O <sub>2</sub> .	
2 Maior necessidade de pontos O <sub>2</sub> por paciente de COVID-19	2	5) As tubulações de distribuição de O <sub>2</sub> foram dimensionadas com folgas em relação ao diâmetro e à espessura.	Entrevistas
		6) A existência de válvulas reguladoras de pressão na entrada das UTIs viabilizou o aumento da vazão de O <sub>2</sub> .	
		7) Disponibilidade de torpedos de O <sub>2</sub> reserva nas UTIs projetadas.	
		8) Disponibilidade, nas UTIs 2, 3 e 5, de dupla rede de O <sub>2</sub> .	Entrevista e documentos
		9) Disponibilidade, nas UTIs 2, 3 e 5, do dobro do número de pontos de O <sub>2</sub> (4 pontos de O <sub>2</sub> /leito) em relação à norma.	
		10) Na UTI 1, mais antiga (com 2 pontos de O <sub>2</sub> por leito), foram instalados adaptadores tipo Y, para aumentar os pontos de O <sub>2</sub> .	

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Antes de examinar os problemas enfrentados, cabe salientar que o hospital estudado está à distância de 80 Km da usina produtora de oxigênio, que faz abastecimentos ininterruptamente, nos sete dias da semana, 24 horas por dia. A política institucional quanto aos abastecimentos é de intervalos regulares predefinidos e, complementarmente (sempre que um determinado nível mínimo de reserva for atingido), abastecimentos adicionais. As redes de oxigênio são abastecidas a partir de duas centrais de oxigênio líquido, compostas por tanques criogênicos e vaporizadores, além de sistema de baterias de cilindros de reserva. Essas centrais estão interligadas em anel, funcionando concomitantemente, condição que aumenta a segurança em relação à continuidade do abastecimento (KARMAN, 2011), pois se houver qualquer problema em uma das tubulações no trajeto do abastecimento, este segue sendo feito por outro trajeto ou também pela segunda central. Há então uma redundância de 100% no fornecimento de oxigênio.

O complexo hospitalar como um todo conta com folgas no sistema de abastecimento de oxigênio, nos seguintes patamares:

- a) Uma central com um tanque estacionário de oxigênio líquido, com sistema de reserva: este recurso de folga está previsto nas normativas brasileiras (RDC 50 e NBR 12188);
- b) Uma segunda central com um tanque estacionário de oxigênio líquido, com sistema de reserva (cilindros): este recurso de folga é superior, em 100%, ao previsto nas normativas brasileiras (RDC 50 e NBR 12188);
- c) Rede principal em anel.

Conforme os documentos analisados, as redes de oxigênio das UTIs projetadas estão ligadas na rede principal do complexo hospitalar (uma exigência normativa), sendo que as UTIs 2, 3 e 5 contam com dupla rede de abastecimento de oxigênio, recurso de folga que não está disponível nos quartos da UTI 1, mais antiga. A pressão na entrada de abastecimento de oxigênio de cada UTI (Figura 12) é regulada por uma válvula que permite ajustes, quando necessário, em função da demanda. Essa válvula também permite instalar cilindros portáteis de oxigênio, no caso de alguma emergência na rede geral.

Figura 12: Figura A, à esquerda, com duas redes de oxigênio(O<sub>2</sub>) na cor verde e duas redes de ar comprimido (AC) na cor amarelo. Figura B, à direita, com a válvula de pressão da rede.



Fonte: Fotos do autor.

O primeiro problema identificado pelos entrevistados com relação à infraestrutura de fornecimento de oxigênio foi o grande aumento da demanda de O<sub>2</sub> no hospital, nos meses de março e abril de 2021, em virtude das necessidades dos pacientes críticos com COVID-19. Ainda assim não houve falha no fornecimento de O<sub>2</sub>.

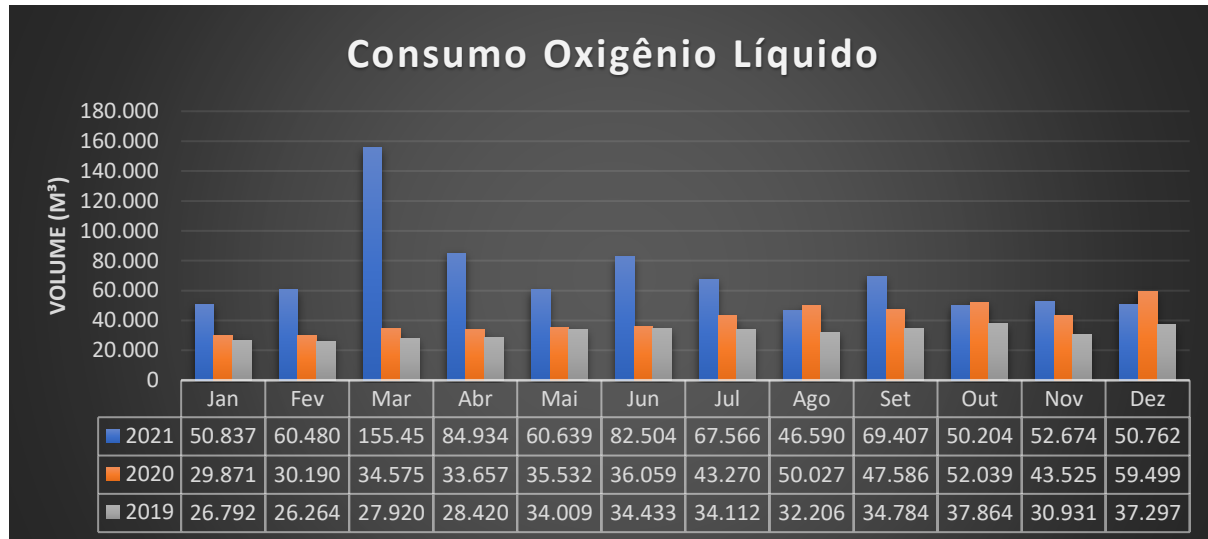
A manifestação do entrevistado 6, fisioterapeuta, foi de que *"teve muito paciente que utilizou aquelas cânulas de alto fluxo"*, tendo estimado que *"dos que foram para o UTI, quase*

*100 % deles utilizaram" e que essa "era uma tentativa de evitar que ele fosse entubado ou usasse ventilação não invasiva, que é aquela da máscara, ou aí às vezes acontecia do paciente ter que usar os dois recursos". E mesmo "naquele momento que a gente estava com muita demanda por O<sub>2</sub>", segundo o entrevistado 5, fisioterapeuta, "não teve falta de oxigênio durante a pandemia".*

Sobre o aumento de demanda de oxigênio, o entrevistado 10, engenheiro, referiu que *"chegou a ter praticamente 120 pacientes entubados e não é normal você ter numa UTI, 100 % dos pacientes entubados e com uma vazão alta; e pacientes acima de 100 quilos em todos os leitos consumindo a vazão máxima, o que na pandemia do Covid acabou ocorrendo"*. Este entrevistado manifestou que o pior momento foi em março de 2021, quando *"chegou nesse pico de 120 ventiladores com mais de 75 alto fluxo concomitante"*, o que, na ótica do entrevistado significava ter *"quase todas as torneiras do hospital abertas"*, com reabastecimento *"duas vezes por dia"*. Acrescentou que nesse momento, mesmo *"com dois tanques de oxigênio em anel, que já é uma segurança, pois não são todos hospitais que têm dois tanques"*, um desses *"dois tanques de 5 mil metros cúbicos"* foi substituído por um tanque de *"25 mil metros cúbicos"*. Além de referir que foi triplicada a capacidade de armazenamento de oxigênio líquido, o que foi feito *"no pico, com todos os equipamentos plugados ao mesmo tempo"*, explicou que também houve necessidade de fazer ajustes de pressão nas UTIs, à exceção da UTI 5 nova, que *"teve menos necessidade de ajustar pressão"*. Este entrevistado acrescentou que *"o sistema, para estar em equilíbrio, ele tem uma média de pontos concomitantes de uso; quando tu abres todas as torneiras, para ajustar isso de novo, leva um tempo, e depois quando tu começa a fechar as torneiras e voltar ao normal, tu também tens de voltar aos ajustes de alas ao normal"*.

Examinando os relatórios sobre o consumo de O<sub>2</sub> no hospital verificou-se que em 2019, antes da pandemia, o consumo médio de oxigênio era de 32.086 m<sup>3</sup>/mês, ou 1.070 m<sup>3</sup>/dia (Figura 13), e cada uma das duas centrais de oxigênio dispunha de um tanque criogênico com capacidade de 5.000 m<sup>3</sup> cada, com um total de 10.000m<sup>3</sup>. Com este dimensionamento, havia uma reserva de 10 dias de oxigênio medicinal, considerando o consumo médio diário. Contudo, as médias de consumo vinham crescendo recentemente, o que levou o hospital a decidir por substituir um dos tanques antigos por outro com 25.000 m<sup>3</sup>, ampliando a capacidade total de reserva para 30.000 m<sup>3</sup>, triplicando a capacidade de armazenamento, face à operação em condições anormais. Além dos 2 tanques de oxigênio líquido, cada central conta ainda com cilindros de reserva (cilindros do tipo T, 10 m<sup>3</sup> para cada tanque), que permitem o abastecimento, de forma emergencial, se necessário, requisito previsto na NBR 12.188/2016 e na RDC 50/2002.

Figura 13: Consumo de oxigênio nos anos de 2019, 2020 e 2021.



Fonte: Relatórios de gestão de 2021.

O segundo problema enfrentado foi a maior necessidade de pontos O<sub>2</sub> por paciente com COVID-19. Dos 11 entrevistados, dois fizeram referência a esse aspecto. O entrevistado 6, fisioterapeuta, referiu que “*no Bloco 16 tem saída de gases a mais, tem nos dois lados*” do leito, mas na UTI antiga (UTI 1) “*a gente tinha que pegar um Y, uma pecinha em Y, e conectar no ponto para bifurcar*”. Já o entrevistado 8, técnico(a) de enfermagem, afirmou que nas UTI’s em que ele trabalhou “*não teve problema, porque nós temos quatro ou seis saídas de oxigênio em cada box. Sempre teve um recurso, não teve nenhum problema*”.

Conforme os documentos analisados, apresentados no Quadro 25, à exceção da UTI 1, todas as demais UTIs têm quatro pontos por leito, o que significa um recurso de folga de 100%, recursos esses que foram suficientes durante a pandemia, segundo os entrevistados.

Quadro 25: Requisitos normativos para o oxigênio e as folgas identificadas.

Requisitos mínimos (RDC 50/2002) (NBR 12.188/2016)		UTI 1		UTI 2		UTI 3		UTI 5	
		11 leitos		10 leitos		10 leitos		17 leitos	
		RDC	folga	RDC	folga	RDC	folga	RDC	Folga
Quarto de UTI	Há 2 pontos de O <sub>2</sub> ?	S		S	2 pts.; 100% dupla rede	S	2 pts.; 100% dupla rede	S	2 pts.; 100% dupla rede
	Vazão de O <sub>2</sub> é de 60 l./min./ponto?	S		S	100% dupla rede	S	100% dupla rede	S	100% dupla rede
	Fator de simultaneidade é 80 %?	S			25%; dupla rede	S	25%; dupla rede	S	25%; dupla rede

Fonte: Elaborado pelo autor.



Da mesma forma, com relação à vazão, este requisito é atendido com uma folga de 100%, por serem 4 pontos (ao invés de 120 l/min leito são 240 l/min./por leito). Quanto ao fator de simultaneidade (item 2.4.3), que é o fator de utilização em relação ao total de pontos de O<sub>2</sub>, todas as UTIs foram projetadas considerando um fator de 100 % de utilização, ou seja, considerando que todos os postos estão em uso, quando a norma brasileira estabelece o parâmetro de 80% de pontos em uso para UTIs. Portanto há uma folga 25 % (100/80).

#### 4.7 Dimensão 3: folgas no oxigênio das UTIs adaptadas

O Quadro 26 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao oxigênio das UTIs adaptadas, assim como as fontes dessas evidências.

Quadro 26: Problemas enfrentados e folgas no oxigênio das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados	N	Folgas	Fonte de evidências
1 Grande aumento da demanda de O <sub>2</sub> , no hospital, nos meses de março e abril de 2021	8	1) Disponibilidade de 2 tanques de oxigênio líquido de 5.000 m <sup>3</sup> cada, num total de 10.000 m <sup>3</sup> .	Entrevistas, documentos e registros de serviços
		2) Aumento da capacidade de armazenamento de O <sub>2</sub> , com a troca de um dos tanques de 5.000 m <sup>3</sup> de O <sub>2</sub> por outro de 25.000 m <sup>3</sup> , triplicando a capacidade de armazenamento de O <sub>2</sub> , que passou de 10.000 para um total de 30.000 m <sup>3</sup> .	
		3) Disponibilidade de baterias, ou um conjunto de cilindros de reserva, para cada um desses 2 tanques.	
		4) Disponibilidade de rede principal de O <sub>2</sub> configurada em anel, que além de equilibrar a pressão, permitiu a troca de um dos tanques sem necessidade de interrupção no fornecimento de O <sub>2</sub> . 5) As tubulações de distribuição de O <sub>2</sub> no hospital foram dimensionadas com folgas em relação ao diâmetro e à espessura. 6) A existência de válvulas reguladoras de pressão na entrada das UTIs adaptadas do TMO e CRs viabilizou o aumento da vazão de O <sub>2</sub> .	Entrevistas, documentos e registros de serviços
	7) Disponibilidade de torpedos de O <sub>2</sub> de reserva no TMO e nos CRs.	Entrevistas	
2 Aumento do número de pacientes por quarto, no TMO (2 pacientes) e nos CRs, o que demandou aumento de pontos de O <sub>2</sub> e ajustes de pressão	8	8) As tubulações de distribuição de O <sub>2</sub> no TMO foram dimensionadas com folgas em relação ao diâmetro e à espessura, o que permitiu adicionar mais 1 ponto de O <sub>2</sub> por quarto.	Entrevistas e documentos
		9) Foi adicionado um 1 ponto de O <sub>2</sub> por leito, com peça Y e mangueiras.	
	5	10) As tubulações de distribuição de O <sub>2</sub> nos CRs foram dimensionadas com folgas em relação ao diâmetro e à espessura, o que permitiu adicionar mais pontos de O <sub>2</sub> .	Entrevistas e documentos
		11) Foram adicionados mais pontos de O <sub>2</sub> , com uso de peça Y nos CRs. 12) A existência de válvulas reguladoras de pressão na entrada dos CRs e no TMO viabilizou o aumento da pressão nas tubulações de O <sub>2</sub> e o aumento da vazão nos pontos de O <sub>2</sub> , existentes e novos.	

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao primeiro problema identificado, do grande aumento da demanda de O<sub>2</sub>, remete-se aos comentários já efetuados no item 4.6, acrescentando a observação de que também estavam disponíveis válvulas reguladoras de pressão e torpedos de O<sub>2</sub> de reserva nas UTIs adaptadas no TMO e nos CRs.

Quanto à UTI adaptada no TMO, o outro problema apontado pelos entrevistados foi o aumento do número de pacientes por quarto no TMO (2 pacientes), o que demandou mais pontos de O<sub>2</sub> e ajustes de pressão, conforme os relatos de oito de 11 entrevistados. O entrevistado 7, técnico de enfermagem, relatou que foi utilizada a peça “Y”, que transforma um ponto de O<sub>2</sub> em dois pontos, da seguinte maneira: *“naqueles boxes que eram duplos, e tinham gases dos dois lados, a gente usava aquele “y” ali, um para o frasco umidificador e o outro lado a gente já deixava um respirador pronto”*. Já quanto aos quartos que estavam projetados para apenas um leito, mas que foram utilizados com dois leitos, este mesmo entrevistado relatou que *“a dificuldade era maior ainda porque se tinha um paciente bem grave, parecia faltar aqueles painéis de parede (com tomadas elétricas e de gases medicinais)”*. Sobre essa ampliação dos pontos de O<sub>2</sub> no TMO o entrevistado 10, engenheiro, explicou que *“fez mais de uma forma com mangueira também, não só colocando Y na saída do ponto, mas fazendo essa ampliação com mangueira”*, com necessidade também de *“aumentar a pressão dos reguladores”*. O entrevistado 11, engenheiro, também referiu ter de *“aumentar a pressão fornecida lá, porque no COVID foi usado muito alto fluxo, e alto fluxo são 60 litros por minuto, então é basicamente uma torneira aberta, um ponto de O<sub>2</sub> aberto”*, o que foi possível em virtude dos *“reguladores intermediários”* de pressão, que foram abertos *“para chegar em cinco, cinco quilos e meio de pressão”*.

Após esses relatos foram analisados documentos e elaborado o Quadro 27, em que foram evidenciadas as características da infraestrutura projetada para o TMO, comparativamente com os requisitos mínimos normativos para esse serviço (de transplante de medula óssea), parâmetros inferiores aos requeridos por uma UTI. Nesse sentido, quanto aos pontos de O<sub>2</sub>, como não havia folga projetada para suportar uma ampliação de requisitos mínimos para níveis de UTI (2 pontos/leito), as adaptações foram improvisadas, como relatam os entrevistados, com a colocação de mangueiras (prolongamentos) e peças em “Y (bifurcações). Quanto à vazão, como a unidade dispunha de válvulas reguladoras, foi possível aumentá-la, com o ajuste da pressão.

Quadro 27: Características do TMO com relação à infraestrutura de oxigênio.

Requisitos mínimo para a internação de TMO (RDC 50 e NBR 12.188/2016)		Mínimo	Características existentes no TMO
oxigênio	Pontos de O2		
	Quartos individuais (ou isolamento)	1/leito	1 ponto
	Quartos duplos	1 a cada 2 leitos	2 pontos
	Vazão por ponto	20 l/min.	20 l/min.
	Fator de simultaneidade	15%	sem informação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Relativamente à UTI adaptada nos CRs nos meses de março e abril de 2021 (item 4.1) foi também identificado por cinco entrevistados o mesmo problema do aumento da necessidade de pontos de O2 e os ajustes na pressão. O entrevistado 6, fisioterapeuta, referiu que nas adaptações feitas nos CRs “*teve que bifurcar a saída do oxigênio, quando tinha necessidade de usar mais de uma terapia com o paciente; teve também oscilação de gases*”. Quanto a este ponto, o entrevistado 10, engenheiro, explicou que dentre as adaptações nos CRs adulto e pediátrico foi necessário “*adequar a pressão e vazão devido a também não ter número de pontos de oxigênio em todos os leitos para colocar um ventilador em cada painel; teve um painel que foi duplicado*”, enquanto no CR ambulatorial “*não teve que aumentar o número de pontos de gases nem de tomadas*”.

Analisando-se os documentos foi feito o levantamento das características dos CRs (Quadro 28), comparativamente com os requisitos mínimos normativos para o serviço, de recuperação pós anestésica.

Quadro 28: Características dos CRs com relação à infraestrutura de oxigênio.

Requisitos mínimo para CR (RDC 50 e NBR 12.188/2016)		Mínimo	Características existentes no		
			CR ambulatorial	CR adulto	CR pediátrico
oxigênio	Pontos de O2	1/leito	1	1	1
	Vazão por ponto	60 l./min	60 l./min	SI	60 l./min
	Fator de simultaneidade	70%	100%	SI	100%

SI: Sem informação.

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos projetos complementares e das normas brasileiras.

Verifica-se, pela observação do Quadro 28, que os parâmetros dos CR's são inferiores aos de uma UTI. Essa foi a razão pela qual foi necessário fazer adaptações para ampliar a quantidade de pontos, com bifurcações em Y”. Esse aumento do número de pontos demandou ajustes na pressão, para atingir a vazão necessária.

#### 4.8 Dimensão 4: folgas na infraestrutura de tratamento do ar das UTIs projetadas

O Quadro 29 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao tratamento do ar das UTIs projetadas, assim como a fonte dessas evidências.

Quadro 29: Problemas enfrentados e folgas no tratamento do ar das UTIs projetadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados	N	Folgas	Fonte de evidências
Ar contaminado com o novo coronavírus, com necessidade de pressão negativa e a garantia da adequada filtragem e renovação do ar.	10	1) Disponibilidade, na UTI 5, de exaustores com regulagem de pressão, o que permitiu a inversão da pressão, de positiva para negativa.	Entrevistas e documentos
		2) Disponibilidade de manômetros diferenciais nos 2 boxes de isolamento da UTI 5 (que medem e sinalizam a diferença de pressão entre o box da UTI e a área externa).	Entrevistas e documentos
		3) Foram instalados manômetros diferenciais para medição da pressão em 15 quartos da UTI 5;	Entrevistas
		4) Foram instalados exaustores, para configurar pressão negativa em todos os boxes da UTI 2 (com inserção de filtros HEPA na descarga) e implantação de melhoria também na vedação das portas.	Entrevistas
		5) Foram instalados manômetros diferenciais para medição da pressão na UTI 2, em todos os quartos;	Entrevistas
		6) Disponibilidade de equipamentos de Ar Condicionado (AC) dimensionados com 300% de folga na renovação de ar exterior em relação à norma da ABNT, na UTI 5.	Documentos
		7) Disponibilidade de equipamentos de Ar Condicionado (AC) equipados com filtros de alta eficiência (HEPA), na UTI 5.	Documentos
		8) Disponibilidade de equipamentos de Ar Condicionado (AC) dimensionados 200% de folga na renovação de ar exterior em relação à norma da ABNT, na UTI 3,	Documentos
		9) Foi aumentada a taxa de renovação de ar exterior na UTI 2.	Entrevistas

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao problema enfrentado durante a pandemia, do ar contaminado com o novo coronavírus, verificou-se que dez dos 11 entrevistados se manifestaram no sentido de que nas UTIs projetadas foi necessário inverter a pressão do ar de positiva para negativa, dos quartos das UTI COVID/19 em relação aos ambientes adjacentes, assim como evidenciar essa inversão visualmente, para as equipes. Também se evidenciou a necessidade de garantir a adequada

filtragem e renovação do ar. Importante destacar que essa inversão de pressão não foi tecnicamente possível em todas as UTIs projetadas.

O entrevistado 2, enfermeiro, criticou o aspecto de que *“o que talvez eu tenha sentido mais falta, é a nossa preocupação com a qualidade do ar. Eu acho que a gente fez as estruturas pensando muito em equipamento, no respirador, na monitorização do paciente e na necessidade de diálise. Não tinha muito essa preocupação com o ar, com a pressão negativa, com a pressão positiva; a gente tinha poucas unidades, poucas áreas com essa possibilidade de ajuste de ar. A gente quando vai para outros hospitais fora do Brasil, principalmente, eles têm áreas destinadas a isolamentos. A gente faz as nossas unidades adaptadas para isolamento, diferente do que se tem fora daqui”*.

Complementando, o entrevistado 3, enfermeiro, referiu que *“as trocas de ar, isso é uma das coisas que durante a Pandemia a gente pensou e estudou junto com a equipe de infraestrutura e manutenção, quais seriam as áreas mais seguras para colocar os pacientes que precisassem de isolamento por aerossóis; e aí ficou bem claro que nas áreas mais antigas não existe esse tipo de segurança, porque não tem esse controle, o ar é o mesmo que circula, não existe a troca na velocidade que é necessário, completamente diferente ali da área nova, onde tudo isso foi pensado e já está instalado para dar segurança também para equipe trabalhar, sabendo que existe o número de trocas adequadas, que existem filtros”*.

O entrevistado 6, fisioterapeuta, acrescentou que na UTI 2 posteriormente aconteceu uma adaptação para pressão negativa: *“aí depois uma das áreas antigas que virou COVID também, o pessoal tornou todos aqueles boxes também com a possibilidade de fazer pressão negativa.”* e foi colocado *“um relógio do lado de fora da porta, ficava em cima da porta e a gente conseguia visualizar a pressão”*. O entrevistado 11, engenheiro, explicou que *“foi colocada pressão negativa em todos os leitos; foi colocado um exaustor, e as que já tinham só foi melhorado o fluxo do ar”*, o que foi complementado pelo entrevistado 10, engenheiro que referiu também a *“instalação de filtro HEPA para proteger a exaustão desse ar desses ambientes”*.

Examinando as informações constantes nos projetos de climatização de cada uma das UTIs, verificou-se que as instalações são distintas quanto aos parâmetros de renovação, filtragem e exaustão de ar. O Quadro 30 reúne essas características, comparando-as com a norma técnica brasileira vigente à época da construção. Como em agosto de 2021 aconteceu uma revisão dessa norma, também foram incluídos os novos requisitos, apenas a título informativo.

Quadro 30: Características das instalações de ar condicionado das UTIs 2, 3 e 5, comparativamente com os requisitos normativos vigentes à época da construção.

Parâmetros normativos	NBR 7256:1982			NBR 7256:2005			NBR 7256:2021 (pós pandemia)		
	Troca mín. p/hora ar ambiente (m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> /h))	Renovações de ar/hora (h-1)	Filtros de ar	Movimentações de ar/hora	Renovações de ar/hora	Filtros de ar	Movimentações de ar/hora	Renovações de ar/hora	Filtros de ar
Quarto	15	15	G2 + F2	6	2	G3 + F7	6	2	G4 + F8
Isolamento				6	6	G3 + F7	6	6	G4 + F8
UTI 2 (2000)	Quarto	42	15	G4 + M5 + F8					
UTI 3 (2006)	Quarto				12	6	G4 + F5		
UTI 5 (2017)	Quarto				8	8	G4 + F8 + A3		
	Isolam.				12	12	G4 + F8 + A3		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando as características dos quartos da UTI 5, verificou-se que foram projetadas folgas com relação ao tratamento do ar:

- 1) Quanto à pressão entre os ambientes, os quartos da UTI 5 têm pressão positiva (à exceção dos 2 quartos de isolamento, com pressão negativa), com possibilidade de fazer inversões (de positiva para negativa e vice-versa);
- 2) Folga de 300% quanto à renovação de ar do quarto, com ar exterior à edificação (projeto com 8 renovações de ar/hora e Norma com 2 renovações de ar/hora). Nos quartos de isolamento essa folga é de 100 % (projeto com 12 renovações de ar/hora e Norma com 6 renovações de ar/hora).
- 3) Folga de 33% quanto à movimentação (recirculação) de ar no quarto, que é o número de vezes que o volume de ar do quarto deve recircular (projeto com 8 movimentações de ar/hora e Norma com 6 movimentações de ar/hora). No isolamento, essa folga é de 100 % (12 movimentações/hora ao invés de 6 movimentações/hora).
- 4) Folga quanto aos tipos de filtros de ar, inclusive nos quartos de isolamento, com filtragem de melhor qualidade (filtro grosso, fino e absoluto HEPA, G4, F8, A3), quando a Norma indicava apenas filtro grosso e fino, G3 e F7);

Nos quartos da UTI 3 foram projetadas algumas folgas para o tratamento do ar:

- 1) Quartos têm pressão positiva em relação às áreas adjacentes (não há quarto de isolamento);
- 2) Folga de 200% quanto à renovação de ar do quarto (projeto com 6 renovações de ar/hora e Norma com 2 renovações de ar/hora);
- 3) Folga de 100% quanto à movimentação (recirculação) de ar no quarto (projeto com 12 movimentações/hora e Norma com 6 movimentações/hora);
- 4) Não há folgas quanto aos tipos de filtros de ar utilizados no quarto do paciente;

Em relação aos quartos da UTI 2 foram identificadas as seguintes folgas:

- 1) Os quartos têm pressão positiva, com instalação, durante a pandemia, de exaustores para inversão para pressão negativa, com filtros HEPA na descarga.
- 2) Folga de 180% quanto à movimentação (recirculação) de ar no quarto em relação à norma da ABNT de 1982 (projeto com  $42\text{m}^3/(\text{m}^2/\text{h})$  e Norma com  $15\text{m}^3/(\text{m}^2/\text{h})$ );
- 3) Folga quanto aos tipos de filtros de ar, com filtragem superior à Norma de 1982 (filtros grosso, médio e fino, G4, M5 e F7, quando o requisito mínimo era filtros grosso e fino, G2 e F2):
- 4) Não havia folgas quanto às renovações de ar exterior no quarto do paciente (foi concebida exatamente com o mesmo padrão definido de trocas), tendo sido feitos alguns ajustes de regulagem, durante a pandemia, para aumentar essa taxa de renovação. Esta UTI possui dois quartos de isolamento, sendo que a norma vigente à época não fazia diferenciação nos requisitos para quartos com isolamento;

Por fim, em relação a UTI 1, construída em 1990 não foi possível avaliar as folgas a partir de documentos. A informação do setor de infraestrutura do hospital é a de que a renovação do ar de todos os boxes é feita com uma única máquina, com recirculação do ar entre os quartos e demais áreas, sem exaustão individual, o que foi implementado posteriormente, quando da substituição dos aparelhos de janela de cada box por equipamentos tipo split, acoplados a um exaustor individual por box. Essa solução não atende aos padrões normativos atualmente vigentes. Veja-se, a propósito, a manifestação do entrevistado 1, médico: *“o ar da área 1, ... foram várias discussões com o SCI, que dizia: é o pior ar das UTIs, a gente não pode deixar pacientes COVID aqui. As áreas da copa dos funcionários, o quarto do plantão fica logo ali, não tem ... é o mesmo ar, a gente não tem como separar”*.

#### 4.9 Dimensão 4: folgas na infraestrutura de tratamento do ar das UTIs adaptadas

O Quadro 31 apresenta os problemas enfrentados e as folgas associadas ao tratamento do ar das UTIs adaptadas, assim como as fontes dessas evidências.

Quadro 31: Problemas enfrentados e folgas no tratamento do ar das UTIs adaptadas no atendimento da COVID-19.

Problemas enfrentados	N	Folgas	Fonte de evidências
1 Ar contaminado com o novo coronavírus, com necessidade de pressão negativa e a garantia da adequada filtragem e renovação do ar.	9	1) Disponibilidade de máquinas individuais de ar condicionado em cada quarto do TMO, com filtragem fina do ar.	Documentos
		2) Disponibilidade de exaustores nos banheiros dos quartos do TMO, cuja regulagem, combinada com o aumento do ar exterior nos corredores, permitiu inverter a pressão do ar de positiva para negativa.	Entrevistas
		3) Existência de manômetros diferenciais para medição de pressão no TMO.	Entrevistas, documentos
		4) Foi instalado um exaustor coletivo e portas, para isolar o CR das outras áreas, criando pressão negativa.	Entrevistas
		5) Foram instalados equipamentos portáteis, com filtros, no CR.	Entrevistas
		6) Foi instalado manômetro diferencial na entrada dos CRs do terceiro andar (CR adulto e CR pediátrico).	Entrevistas
1 Ar contaminado com o novo coronavírus	9	Foram retiradas as portas dos banheiros dos quartos do TMO, para aumentar o volume da exaustão de ar e inverter a pressão de positiva para negativa.  Os membros das equipes assistenciais realizavam múltiplas tarefas, pois quem entrava no quarto executava todas as tarefas, para reduzir ingressos e contaminações, e reduzir a quantidade de EPIs utilizados.  Foram instalados equipamentos portáteis de filtragem nos CRs.	Entrevistas

N: Número de entrevistados que fez referência, do total de 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao problema enfrentado pelas equipes de saúde, do ar estar contaminado com o novo coronavírus, foi relatado por 9 dos 11 entrevistados. Na UTI adaptada no TMO, segundo o entrevistado 10, engenheiro, "*o maior diferencial foi a possibilidade de reverter para pressão negativa. Então em questão da qualidade do ar e proteção para os colaboradores, talvez esse lugar foi o melhor devido a gente ter conseguido fazer essa reversão para a pressão negativa*". O entrevistado 6, fisioterapeuta acrescentou que "*já tinha*" relógio nos quartos do TMO.

Por outro lado, uma visão diametralmente oposta sobre a adaptação do TMO foi manifestada pelo entrevistado 1, médico: "*quando surgiu a adaptada, que eram os pacientes*



mais graves, foram para uma UTI adaptada; era muito difícil das pessoas entenderem porque que a gente tinha UTI estruturadas aqui embaixo e os pacientes mais graves estavam no TMO. Aí vinha a justificativa do ar e a proteção da equipe; e as pessoas não entendiam isso como um valor naquele momento, porque, tu poder estar fora do box, com segurança do paciente, talvez protegesse também a equipe, lá tu tens que estar muito dentro dos quartos; e essa adaptação da Unidade de Internação gerou um estresse muito grande na equipe”. Já o entrevistado 5, fisioterapeuta, relatou que foram feitas algumas estratégias adaptativas na área da UTI no TMO: “foram retiradas as portas dos banheiros” e “quem entrava no quarto do paciente fazia tudo assim, desde mexer em bomba de infusão, quanto a aspirar, quanto a ajudar um técnico a trocar, mesmo se tu eras médico ou se tu eras fisio, ou ajudar a tirar um lixo e alcançar para o pessoal. Tudo isso a gente fazia porque ia poupar material e preservar, com medo de uma infecção dos profissionais da saúde”.

Para complementar, foram reunidas no Quadro 32 as características do tratamento do ar existentes no TMO, que são muito superiores aos requisitos para tratamento do ar para uma UTI. Todavia, esses elevados parâmetros de tratamento do ar, inclusive com pressão negativa nos quartos, infelizmente se deram apenas no plano teórico, pois na prática, como não havia visibilidade (ver item 4.3), as equipes tinham de permanecer muito tempo dentro dos quartos, pouco se beneficiando da pressão negativa.

Quadro 32: Características do TMO, com relação à qualidade do ar. Fonte: Elaborado pelo autor, a partir das normas brasileiras e dos projetos do sistema de ar condicionado.

Características do TMO		Mínimo para TMO (NBR 7256/2021)	Existente no TMO (2017)
Qualidade do ar	Quartos sem antecâmara - Pressão - N° de renovações/hora - N° de movimentações/hora (recirculações) - Tipo de filtragem	Positiva 2 12 G4+F8+A3	Positiva 2 14 G4+F8+A3
	Quartos com antecâmara (isolamento) - Pressão - N° de renovações/hora - N° de movimentações/hora (recirculações) - Tipo de filtragem	Positiva 12 12 G4+F8+A3	Positiva 14 14 G4+F8+A3

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de documentos.

Já o panorama, com relação ao tratamento do ar nas áreas dos CRs, foi diverso, como se pode verificar, a partir das entrevistas. O entrevistado 10, engenheiro, disse que nos CRs, “não tendo a separação dos leitos”, acarretou “risco maior de uma contaminação cruzada ali, via aérea”, tendo ressaltado que o que se “conseguiu fazer foi deixar toda a recuperação em

*pressão negativa em relação à área adjacente, ao corredor de acesso*". O entrevistado 11, engenheiro, explicou que *"foi colocado um exaustor para o ambiente todo, se isolou a área toda"*, assim como *"foi colocado tapume para isolar a área toda, e na entrada desse isolamento tinha um manômetro"*. O entrevistado 3, enfermeiro, salientou que nesta UTI adaptada no CR adulto e no CR pediátrico foi colocada, emergencialmente, *"uma máquina portátil, filtro portátil para renovar o ar"*. Todavia, por se tratar de salão único, coletivo, sem possibilidade portanto de retirada dos equipamentos de proteção individual, os entrevistados 2 e 4, enfermeiros, afirmaram que *"as pessoas não tinham um local para tirar a máscara e tomar água"* nesses salões coletivos (entrevistado 2) e de que isso causou *"um desgaste físico, assim, bem maior do que aqui na UTI"* (entrevistado 4).

A partir de documentos foram levantadas as características dos CRs, reunidas no Quadro 33, comparativamente com os requisitos mínimos normativos para recuperação pós anestésica. Em que pese as renovações e as recirculações de ar serem próximas dos requisitos de uma UTIs, não foi possível impedir a contaminação cruzada, por se tratar de um salão coletivo. Também não foi possível separar a área dos pacientes das áreas das equipes assistenciais, pois estavam todos em um ambiente único, respirando o mesmo ar.

Quadro 33: Características dos CRs com relação à qualidade do ar.

Requisitos mínimo para CR (NBR 7256/2021)		Mínimo	Características existentes no		
			CR ambulatorial (2012)	CR adulto (1997)	CR pediátrico (2001)
oxigênio	Pressão	neutra	neutra	neutra	neutra
	N.º de renovações/hora	2	3	SI	4
	N.º de movimentações/hora (recirculações)	6	12	SI	12
	Filtros	G4+F8	G3 e F7	G2 e F2	G2 e F2

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de documentos.

#### **4.10 Resumo das folgas identificadas nas infraestruturas estudadas**

Tendo em vista os aspectos analisados anteriormente, foram disponibilizadas ao todo 46 folgas na infraestrutura das UTIs projetadas e nas áreas adaptadas para funcionarem como UTI COVID-19, folgas que estão arroladas no Quadro 34.

Considerando exclusivamente o aspecto quantitativo, a maioria das folgas (18) foi associada à dimensão espaço físico e a menor quantidade de folgas (8) à dimensão do tratamento do ar. Mas é importante a advertência de que as UTIs adaptadas nem sempre proporcionaram folgas equivalentes às das UTIs projetadas.

As folgas da infraestrutura na energia elétrica e ao oxigênio para o hospital como um todo foram as mais frequentes (nas 8 UTIs), isso tanto nas UTIs projetadas quanto nas UTIs adaptadas para funcionarem como UTI COVID-19. Já as folgas no espaço físico e no tratamento do ar foram as menos frequentes, especialmente nas áreas adaptadas.

A área com a maior quantidade de folgas na infraestrutura foi a UTI 5 (33) e a com menor quantidade de folgas foi a da UTI adaptada no CR ambulatorial (17), cabendo enfatizar que esta área foi utilizada por apenas uma semana e neste curto período não passou por adaptações emergenciais na sua infraestrutura. Os aspectos qualitativos são discutidos no capítulo seguinte.

Quadro 34: Folgas identificadas na infraestrutura das quatro dimensões das UTIs projetadas e adaptadas. \*Maior que o mínimo da RDC 50. \*\* Falta de visibilidade

46 Folgas			UTI 1	UTI 2	UTI 3	UTI 5	TMO	CR amb	CR adul	CR ped	Frequência total
Espaço físico (18 folgas)	1	Disponibilidade de posto assistencial centralizado, c/ leitos em layout circular.	X	X	X			X	X	X	6
	2	Disponibilidade de postos assistenciais maiores. *	X	X	X	X	X**	X	X	X	8
	3	Disponibilidade de subpostos assistenciais junto a porta de cada leito.		X		X					2
	4	Disponibilidade de divisórias de vidro e persianas separando os quartos.	X	X	X	X					4
	5	Escrever com caneta diretamente nos vidros dos quartos				X					1
	6	Disponibilidade de áreas de prescrição maiores.	X	X	X						3
	7	Quartos individuais maiores. *	X	X	X	X					4
	8	Disponibilidade de estativas verticais articuladas nos quartos. *				X					1
	9	Disponibilidade de áreas de circulação maiores e mais largas.		X		X					2
	10	Disponibilidade de área externa de jardim.				X					1
	11	Disponibilidade de farmácia dentro da UTI.	X	X	X	X					4
		Foi instalada uma farmácia.							X	X	3
	12	Disponibilidade de 22 leitos no TMO (área adaptada para UTI COVID-19).					X				1
	13	Foram instalados computadores no corredor de circulação do TMO					X				1
	14	Foram reposicionados os pacientes e os monitores nos quartos do TMO					X				1
	15	Foi instalada telemetria no posto assistencial do TMO (monitorar à distância).					X				1
	16	Foram instalados biombos nos quartos do TMO.					X				1
	17	Disponibilidade de 30 leitos no CRs (área adaptada para UTI COVID-19).						X	X	X	3
18	Foram instalados vestiários de barreira, para criar 2 fluxos nos CRs.							X	X	2	
Energia elétrica (10 folgas)	19	Disponibilidade de dupla entrada de energia no hospital.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	20	Disponibilidade de geradores nos prédios das UTIs.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	21	Disponibilidade de geradores de reserva.	X	X	X			X	X	X	6
		Disponibilidade de nobreaks nas UTIs.	X	X	X	X		X		X	6
	22	Foi instalado nobreak na UTI adaptada no CR pediátrico.								X	1
		Foi instalada 1 tomada por leito no nobreak, no TMO					X				1
	23	Disponibilidade de nobreak reserva nas UTIs.				X					1
	24	Disponibilidade de baterias p/equipamentos de suporte à vida, com alarme.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	25	Disponibilidade de baterias reserva p/equipamentos de suporte à vida.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
		Disponibilidade tomadas elétricas em maior quantidade (dobro ou triplo).*	X	X	X	X					4
26	Disponibilidade de tomadas elétricas (TMO e CRs) igual ao mínimo de UTI.					X	X		X	3	
	Foram instaladas mais tomadas no TMO e no CR adulto (folga nos circuitos).					X		X		2	
27	Disponibilidade de alarmes adicionais (visuais e sonoros) no IT médico.		X	X	X					3	
28	Disponibilidade de circuitos elétricos do IT médico com o dobro da carga.		X	X	X					3	
Oxigênio (10 folgas)	29	Disponibilidade de 2 tanques de oxigênio líquido de 5.000 m <sup>3</sup> (T: 10.000 m <sup>3</sup> )	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	30	Foi substituído 1 tanque de 5.000 m <sup>3</sup> para 25.000 m <sup>3</sup> (T: 30.000 m <sup>3</sup> )	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	31	Disponibilidade de cilindros de reserva de O <sub>2</sub> , para cada um desses 2 tanques.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	32	Disponibilidade de rede principal de O <sub>2</sub> configurada em anel.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	33	Disponibilidade de tubulações de distribuição de O <sub>2</sub> dimensionadas com folgas em relação ao diâmetro e à espessura.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	34	Disponibilidade de válvulas reguladoras de pressão na entrada das UTIs.	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	35	Disponibilidade de torpedos de O <sub>2</sub> reserva nas UTIs	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	36	Disponibilidade de dupla rede de O <sub>2</sub> nas UTIs.		X	X	X					3
	37	Disponibilidade do dobro de pontos de O <sub>2</sub> nos quartos (4 pontos de O <sub>2</sub> /leito)		X	X	X					3
	38	Foram instaladas peças tipo Y para aumentar os pontos de O <sub>2</sub> (tubulações com folga permitiram duplicar pontos)	X				X		X	X	4
Tratamento do ar (8 folgas)	39	Disponibilidade de exaustores c/regulagem de pressão negativa nos quartos.				X	X				2
		Disponibilidade de manômetros nos quartos				X	X				2
		Foram instalados manômetros diferenciais para medir e sinalizar a pressão.		X		X			X		3
	41	Foram instalados exaustores, para configuração de pressão negativa em todos os quartos de uma UTI, com inserção de filtros HEPA na descarga.		X							1
		Foram instalados exaustores, para configuração de pressão negativa em toda área							X	X	2
	42	Disponibilidade de sistema de ar condicionado equipado também c/filtros HEPA				X	X				2
	43	Disponibilidade de sistema de ar condicionado dimensionado com 200% a 300% de folga na renovação de ar exterior nos quartos.			X	X					2
	44	Foram retiradas as portas dos banheiros dos quartos do TMO, para aumentar o volume da exaustão de ar e inverter a pressão de positiva para negativa.					X				1
45	Foram instaladas máquinas portáteis de filtragem do ar nos CRs							X	X	2	
46	Membros das equipes assistenciais realizavam múltiplas tarefas	X	X	X	X	X					5
Total			22	29	26	33	27	17	22	23	199

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs projetadas na resposta à pandemia

Nesse capítulo será feita uma discussão enfatizando como as folgas impactaram na resposta à pandemia.

Quanto ao formato dos espaços físicos das UTIs, um formato circular com posto assistencial central e divisórias de vidro permite uma maior visibilidade dos pacientes e também entre os membros da equipe assistencial, o que tende a auxiliar na colaboração entre as equipes assistenciais e evitar entradas desnecessárias no quarto. Assim, a visibilidade dos espaços físicos potencializou pelo menos duas das quatro habilidades da resiliência, a de responder e a de monitorar, conforme as manifestações dos entrevistados. Esses resultados estão alinhados com os de Carayon e Perry (2021) relativo à facilidade de visualização dos pacientes com COVID-19 e dos equipamentos a eles ligados, através de painéis de vidro (paredes, janelas, portas), que reduzem o número ingressos das equipes assistenciais nos quartos da UTI, reduzindo possíveis contaminações e o consumo de materiais escassos, como os EPIs. A visibilidade da equipe é relevante em situações normais de operação da UTI (RASHID, 2014b) e não apenas no contexto da pandemia. Verderber et al. (2021, p. 371) também referem o problema da baixa visibilidade nas “linhas de visão equipe-paciente”. Esse problema foi associado a maiores taxas de mortalidade de pacientes graves na UTI, por Leaf et al. (2010) Lu et al. (2014).

Por sua vez, o tamanho e arranjo físico interno dos quartos das UTIs, com quartos individuais e maiores que o mínimo estabelecido pela RDC 50/2002, especialmente o da UTI 5, também contribuíram positivamente para o enfrentamento da COVID-19. O quarto é “o componente mais importante da zona de cuidados do paciente nas UTIs” (RASHID, 2014a, p. 12). Considerando a gravidade e a instabilidade dos pacientes, quartos amplos contribuíram para lidar com mais intervenções, equipes maiores, mais equipamentos e mais monitoramento. Cabe destacar, todavia, que há uma disparidade muito acentuada quanto aos parâmetros mínimos estabelecidos para a dimensão de um quarto de UTI: 10 m<sup>2</sup> no Brasil (ANVISA, 2002), 18,58 m<sup>2</sup> nos Estados Unidos (FGI, 2018) e 25,5 m<sup>2</sup> na Inglaterra (CLANCY, JOHNSON, 2021; NHS, 2013). A partir dos resultados obtidos no estudo de caso percebeu-se que o requisito mínimo normativo brasileiro para a área do quarto é insuficiente para atendimento de pacientes críticos em UTI. Importante destacar que as folgas nas UTIs estudadas não existiriam se comparadas a padrões mais exigentes, como o inglês.

Os quartos maiores da UTI 5, com 93% de folga (19,33 m<sup>2</sup>) e com estativas verticais articuladas, viabilizaram inclusive a realização de cirurgia de urgência dentro do quarto. Segundo os entrevistados isso seria impossível em quartos sem essas características. Essa consideração segue na linha de Clancy e John (2021), que enfatizaram que pelo menos 28 tomadas elétricas devem estar instaladas em estativas articuladas, conforme a orientação para as UTIs inglesas (NHS, 2013). Essa foi a conformação, área maior do quarto e estativas articuladas, que segundo os entrevistados deu maior flexibilidade para atender as distintas necessidades dos pacientes críticos. É importante acrescentar que a folga no tamanho dos quartos, de quase o dobro da medida mínima estipulada pela autoridade sanitária (na UTI 5), foi resultado de um longo aprendizado e da experiência da equipe técnica da instituição, que já tinha identificado a necessidade de ampliar os quartos, para enfrentar a constante incorporação de novas tecnologias e a inclusão de equipamentos maiores dentro dos quartos, assim como da ampliação das equipes multidisciplinares. Observou-se que os quartos de algumas UTIs, que tinham folgas da ordem de 48% e 46%, foram considerados pequenos pelos entrevistados, por exigirem muitas manobras, e que os quartos com 30% de folga foram considerados inviáveis para o tratamento dos pacientes graves com COVID-19, que dependiam de muitos equipamentos.

As entrevistas ainda indicaram que a existência de farmácia nas UTIs COVID-19 impactou positivamente no atendimento dos pacientes, devido à rapidez na obtenção de insumos. Ambientes maiores para os postos assistenciais também viabilizaram a ampliação das equipes, o que foi importante para o atendimento dos pacientes críticos, na ótica dos entrevistados. O posto assistencial com área de 24 m<sup>2</sup> (folga de 300%) no espaço físico foi considerado o mais adequado para as equipes trabalharem, segundo os entrevistados. O posto assistencial com área de 10 m<sup>2</sup> (folga de 67%) foi criticado pela falta de espaço para as equipes. Folgas de 660% (11,4 m<sup>2</sup>) em relação às áreas de prescrição médica foram consideradas suficientes pelas equipes, para uma UTI com 10 leitos, tendo sido criticada a inexistência de áreas exclusivas para prescrição em uma das UTIs, por prejudicar a concentração do profissional que estava prescrevendo.

Quanto aos espaços físicos disponíveis para as equipes assistenciais nas UTIs, cabe novamente destacar a magnitude das disparidades com relação aos requisitos mínimos estabelecidos em normas: 6 m<sup>2</sup> para o posto e 1,5 m<sup>2</sup> para prescrição no Brasil para uma UTI, independentemente do número de leitos (ANVISA, 2002). O requisito na Inglaterra para 8 leitos de UTI, por exemplo, é de 13 m<sup>2</sup> para o posto e de 33 m<sup>2</sup> (5 unidades de 6,60m<sup>2</sup>) para salas de prescrições, metragem que é ampliada proporcionalmente para UTIs com 16 e 32 leitos (NHS,

2013). No caso americano, as diretrizes (FGI, 2018) apenas estabelecem que a delimitação espacial para estes locais deve ser adequada ao tamanho das equipes que trabalharão nas atividades assistenciais.

Considerando os resultados do estudo de caso, os requisitos mínimos brasileiros parecem estar muito aquém das necessidades dos pacientes críticos de UTIs e, nesse sentido, carecedores de uma revisão pela autoridade sanitária. As folgas medidas para as equipes assistenciais só parecem ter sido suficientes na UTI 5.

As insuficiências de espaços físicos podem gerar estresse nas equipes, como sustentado por Rashid (2014a, p. 20). Segundo esse autor, as equipes “sob estresse ficam irritadas, esquecem coisas, cometem erros e sofrem de burnout”. Gurses e Carayon (2009) e Calle et al (2017) afirmam que a insuficiência de espaços físicos não contribui para um ambiente de trabalho saudável.

Quanto à área externa de jardim em uma UTI, os entrevistados apontaram como benéfica para a mobilização precoce do paciente crítico com COVID-19 e para a sua recuperação. Isso também é consistente com estudos anteriores (VERDERBER et al., 2021) e que sustentam que os jardins são terapêuticos (IGEÑO-CANO, 2020), inclusive para mitigar o burnout para enfermeiros que trabalham em ambientes hospitalares (CORDOZA et al., 2018; ULRICH et al., 2020).

Ao espaço físico, acrescenta-se a infraestrutura para fornecimento de energia elétrica nas UTIs projetadas. Observou-se que as falhas no abastecimento por parte da concessionária elétrica durante a pandemia foram recorrentes e não estavam relacionadas a eventos climáticos extremos. Embora de março de 2020 a novembro de 2021 tenham acontecido 97 falhas de subtensão na rede e falta de energia (Figura 12, capítulo 4, item 4.4) por breves períodos, não há relatos dos entrevistados de que esse problema tenha afetado o tratamento dos pacientes com COVID-19 nas UTIs, sejam elas projetadas ou adaptadas. Isso ocorreu pois os projetistas da infraestrutura elétrica do hospital tinham conhecimento da baixa confiabilidade no abastecimento e projetaram folgas, em consonância com Parise et al (2021), que sustentam ser necessária a dupla ou até mesmo a tripla entrada de energia, no caso de hospitais. Similarmente, Klinger et al (2014) defendem o uso de geradores de reserva (duplo gerador) como fontes de alimentação de energia elétrica de emergência em hospitais. HIETE et al. (2011) se referem também a disponibilidade de geradores móveis de energia de emergência, também como reserva.

Outro aspecto importante com relação à energia elétrica nas UTIs foi o dimensionamento dos circuitos elétricos, com 100% de folga, porque a capacidade instalada foi

o dobro da carga calculada, assim como a grande quantidade de tomadas (24 tomadas por leito). Isto garantiu o atendimento das necessidades específicas de equipamentos para a assistência dos pacientes com COVID-19. Cabe novamente destacar a necessidade de rediscutir os parâmetros mínimos brasileiros, da RDC 50/2002, de 8 tomadas por leito (ANVISA, 2002), muito aquém do minimamente necessário, mais ainda se considerados os padrões de outras autoridades sanitárias, como a inglesa, de pelo menos 28 tomadas por leito de UTI (NHS, 2013).

Quanto ao suprimento geral de O<sub>2</sub>, houve o dimensionamento de muitas redundâncias: duplo tanque de O<sub>2</sub> líquido, rede principal em anel, dupla rede interna nas UTIs, 100% de fator de utilização e, ainda, o dobro de pontos em relação ao requisito mínimo normativo. Essas folgas foram essenciais na pandemia, pois o consumo do hospital foi muito maior do que o usual (Figura 15, capítulo 4, item 4.6). Toda a demanda de O<sub>2</sub> foi suprida, sem qualquer relato de falta pelos entrevistados. Essas redundâncias estão em consonância com a pesquisa de Chen et al (2021), que fizeram um estudo em dois hospitais chineses dedicados apenas para pacientes com COVID-19 (com 1.000 leitos e 822 leitos), em que houve um grande aumento no consumo de O<sub>2</sub>, sendo necessária a instalação de mais tanques de oxigênio líquido. Isso levou os autores a recomendarem novos parâmetros para construções de hospitais destinados a pacientes com essa gravidade.

Por fim, quanto à infraestrutura para o tratamento do ar nas UTIs, as folgas projetadas foram evidentes na UTI 5, construída em 2017, cuja infraestrutura já estava instalada para garantir a inversão da pressão de positiva para negativa, com altas taxas de renovação de ar exterior e inclusive com filtros HEPA. Houve apenas um pequeno ajuste relativo à instalação de manômetros para permitir a visualização do valor de pressão negativa para as equipes assistenciais. Quanto à UTI mais antiga, construída em 1990, o sistema de ar condicionado instalado não atende aos padrões normativos atualmente vigentes, assim como não permitiu quaisquer ajustes. Quanto às UTIs construídas nos anos 2000, ambas permitiam ajustes, todavia só houve tempo hábil para fazê-lo em uma delas, em que a instalação de exatores viabilizou a inversão para pressão negativa, com instalação emergencial de filtros HEPA na descarga. De qualquer forma, cabe destacar que quanto ao tratamento do ar nas UTIs, esse foi um ponto específico em que as folgas projetadas não foram tão evidentes quanto nas outras dimensões estudadas, pois nenhuma das UTIs foi projetada para atender 100% de pacientes em isolamento, que seria a condição adequada para pacientes com COVID-19 em UTI. Aliás, essa não é uma exigência da norma RDC 50, que estabelece apenas um mínimo de 1 leito de isolamento a cada 10 leitos de UTI (ANVISA, 2002), ao qual deve ser associada a infraestrutura específica de isolamento, parâmetro que foi insuficiente na COVID-19, doença altamente contagiosa. O



ideal, para o enfrentamento de futuras pandemias, seria os hospitais contarem com pelo menos uma UTI totalmente projetada para esse tipo de paciente, de isolamento. Esse parâmetro mínimo brasileiro, por exemplo, é inferior ao inglês, que estabelece 4 leitos de isolamento para UTI de 8 a 16 leitos, e 8 leitos de isolamento para UTIs de 32 leitos (CLANCY, JOHN, 2021; NHS, 2013). Importante salientar que o número de pacientes em isolamento impacta diretamente no projeto dos sistemas de HVAC, que desempenham um importante papel na diminuição de riscos de infecção por transmissão pela via aérea (CAPOLONGO et al., 2020).

## **5.2 Contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs adaptadas na resposta à pandemia**

Com relação às folgas para as UTIs adaptadas no TMO e nos CRs, o seu impacto positivo foi a disponibilização de mais 52 leitos (22 + 30). Se não tivessem sido adaptadas essas áreas, muitas pessoas não teriam sido tratadas, por falta de leito de UTI.

Embora os quartos do TMO fossem maiores (23,8 m<sup>2</sup>) em comparação ao mínimo de uma UTI, de 10 m<sup>2</sup> (Quadro 16, capítulo 4, item 4.3), havia apenas uma pequena folga no espaço físico dos quartos (3,8 m<sup>2</sup>), na medida em que foram colocados dois pacientes por quarto, conforme os entrevistados, o que levou à inserção de biombos, para contornar o problema da falta de privacidade. Esta estratégia oportunista, emergencial para a pandemia, aportou efeitos colaterais indesejados, como a limitação dos espaços de trabalho e a possibilidade de infecção cruzada.

Similarmente, embora o posto assistencial (36 m<sup>2</sup>) e a sala de prescrição (10,3 m<sup>2</sup>) também fossem muito maiores que o mínimo normativo para uma UTI (6 m<sup>2</sup> e 1,5 m<sup>2</sup>, respectivamente), pelos depoimentos dos entrevistados as equipes pouco se beneficiaram dessas folgas, pois não era atendido o requisito da visibilidade, o que levou as equipes a usarem computadores provisoriamente instalados nos corredores da UTI adaptada. Esse exemplo ilustra as interdependências entre as folgas, apontando que folga no tamanho do espaço físico pode ser insuficiente se tal espaço não permitir visibilidade dos pacientes.

Quanto aos espaços físicos dos salões coletivos dos CRs, embora os postos assistenciais e salas de prescrições tivessem localização central, com boa visibilidade dos pacientes e com dimensões muitos superiores ao mínimo normativo de uma UTI, as equipes trabalharam sob condições estressantes, em um ambiente único, contaminado, junto dos leitos dos pacientes com COVID-19, o que exigiu o uso permanente de EPIs, que podem causar estresse térmico (DAVEY et al., 2021). Novamente, esse exemplo indica interdependências entre as folgas, nesse caso relevando que, tamanho do espaço físico, visibilidade dos pacientes e qualidade do

ar devem ser abordados em conjunto. Quanto à área dos leitos nos CRs, não foi atendido o requisito mínimo normativo para uma UTI coletiva, que é de pelo menos 2 metros entre leitos, quando os CRs dispunham de 0,9 m a 1,10 m entre leitos. Isso gerou dificuldades para os atendimentos prestados pelas equipes, além da falta de privacidade, segundo os relatos dos entrevistados.

Quanto à infraestrutura de energia elétrica, as folgas em cascata, disponíveis para o hospital como um todo, garantiram o fornecimento de energia elétrica nas UTIs adaptadas. Além disso, no bloco hospitalar onde estão localizados os CRs há disponibilidade de mais folgas, com duplos geradores que garantiram fornecimento ininterruptamente nos CRs. Cabe lembrar um único episódio em que o TMO enfrentou o problema de falta de energia durante 1 hora, segundo os entrevistados, em que o gerador para o prédio falhou. Nesta situação, as baterias dos equipamentos de suporte à vida dos pacientes supriram a falha, pois o TMO não dispunha de nobreak antes da COVID-19, por não se tratar de uma área crítica, e sim de uma área de internação. Esse episódio único não afetou os pacientes, mas preocupou as equipes assistenciais, conforme os relatos dos entrevistados.

O mesmo argumento das folgas em cascata, disponíveis para o hospital como um todo, se aplica à infraestrutura do oxigênio, em que a disponibilidade de folgas, com os duplos tanques de O<sub>2</sub> líquido e a rede em anel, garantiram fornecimento ininterrupto nas UTIs adaptadas, como relataram os entrevistados.

Quanto às folgas no tratamento do ar existentes no TMO, essa área contou com quartos com os melhores recursos, com pressão negativa, altas taxas de renovação de ar e filtros de melhor qualidade, inclusive filtro HEPA. Contudo, as equipes pouco se beneficiaram destas folgas, isso considerando o relato nas entrevistas. O benefício da pressão negativa, que é manter o ambiente contaminado restrito ao quarto do paciente e garantir que essa contaminação do ar não vá para as áreas adjacentes, como os corredores e os postos, na prática não aconteceu. Essa área adaptada foi concebida como área de internação, priorizando a privacidade, com paredes impedindo a visibilidade dos pacientes e dos equipamentos para quem estava do lado externo dos quartos. Assim, as equipes assistenciais tiveram de permanecer muito tempo dentro dos quartos, para garantir a segurança dos pacientes. Assim, acabaram por não se beneficiar da pressão negativa. A falta de visibilidade no espaço físico anulou os efeitos das folgas no tratamento do ar, em especial a da pressão negativa, deixando de oferecer a proteção mais adequada para as equipes. A falta de visibilidade no espaço físico também anulou a folga no espaço físico dos postos assistenciais, como examinado anteriormente. Esses exemplos ilustram

a importância de entender as interações entre os elementos de um sistema complexo, em que melhorias individuais podem não resultar em benefícios (PERROW, 1984).

Quanto ao tratamento do ar nos CRs, ambientes coletivos e contaminados, essas áreas não dispunham do número de renovações e de filtrações recomendadas para uma UTI. Por essa razão, foi instalado um exaustor para toda a área, transformando a pressão em negativa. Foram também instaladas máquinas portáteis de filtração, que segundo Lee et al. (2022) são eficazes para a remoção de aerossóis. Todavia, a partir das entrevistas, dos documentos e registros de serviços não é possível afirmar em que medida essas folgas, implantadas emergencialmente para o contexto da pandemia da COVID-19, tenham contribuído para efetivamente mitigar o problema das contaminações.

### 5.3 Lições aprendidas

A partir de todo o contexto gerado por uma emergência sanitária, a da pandemia da COVID-19, muitas lições foram aprendidas para o período pós-pandemia. Essas lições são apresentadas a seguir.

**1ª Lição:** folgas na infraestrutura de UTIs devem ser pensadas em cascata ou em cadeia, com folgas primárias associadas a folgas secundárias e terciárias.

A pandemia da COVID-19 evidenciou a importância de uma cadeia de folgas na infraestrutura do hospital, e não apenas nas UTIs. Em duas das dimensões da infraestrutura analisadas, a da energia elétrica e do oxigênio, esse ponto foi concretamente ilustrado pois foram as folgas do hospital como um todo que deram suporte às folgas locais, que foram necessárias para a operação das UTIs em tempos de COVID-19. Assim, há uma hierarquia entre as folgas na infraestrutura. Inicialmente, há folgas primárias, para abastecimento e distribuição geral no complexo hospitalar (por exemplo, dupla entrada de energia elétrica, folgas no dimensionamento da carga elétrica total; duas centrais de armazenamento de oxigênio líquido e rede principal em anel). Em seguida, há as folgas secundárias, para abastecimento e distribuição dentro dos prédios até às UTIs (por exemplo, geradores, folgas no dimensionamento dos circuitos elétricos e também das redes de distribuição de oxigênio). Por fim, há as folgas terciárias, para abastecimento local, nas UTIs (por exemplo, folgas no dimensionamento dos quadros elétricos e nos circuitos internos de distribuição de energia, folga no dimensionamento dos nobreaks; duplas redes de distribuição local e válvulas reguladoras de pressão de O<sub>2</sub>). Essas folgas na energia elétrica e no oxigênio consistem em recursos reais de reserva (BOURGEOIS, 1981; NOHRIA, GULATI, 1996; SAURIN, WERLE, 2017), para

serem utilizados em momentos de qualquer necessidade, cuja estratégia de implantação é a redundância (FORMOSO et al, 2021; SAURIN, 2015), que implica necessariamente em recursos adicionais colocados à disposição.

Nesse sentido, a primeira lição aprendida na pesquisa está em consonância com vários estudos que se referem a diversas redundâncias na infraestrutura de energia elétrica em hospitais. Parise et. al. (2021) sugerem o uso da dupla e até mesmo tripla entrada de energia elétrica da concessionária. Klinger et al (2014) e Hiete et al. (2011) indicam o uso de geradores de reserva (duplo gerador) e também de geradores móveis de energia elétrica de emergência, reservas que são medidas eficazes para reduzir os possíveis impactos das falhas de energia. Essas redundâncias contribuem para resiliência dos hospitais, enquanto capacidade de sustentar a operação das UTIs (HOLLNAGEL, 2014).

Essa primeira lição também vai ao encontro dos estudos de Chen et al (2021) específicos para o contexto da COVID-19. Estes autores, ao analisarem o real consumo de O<sub>2</sub> em dois grandes hospitais chineses, recomendaram novos parâmetros, em todos os níveis, para a infraestrutura de oxigênio de hospitais. As recomendações são as seguintes:

1º) que as reservas dos tanques de oxigênio líquido sejam de pelo menos dois dias do consumo e, preferencialmente, de uma semana ou mais (folga primária);

2º) que as redes de gases sejam dimensionadas com capacidade de aumento de pressão, caso isso se faça necessário, pois é muito difícil executar novas redes de gases de forma emergencial, para suprir as necessidades de um crescimento exponencial como foi o caso da pandemia da COVID-19 (folga primária e secundária);

3º) que todos os pontos de oxigênio tenham vazão suficiente para atender aos picos de utilização de ventiladores e oxigenação de alto fluxo, com todos os pontos em uso simultaneamente (folga terciária).

Já com relação às folgas nos espaços físicos e no tratamento do ar nas UTIs, a lógica em geral é a de pensar essas infraestruturas predominantemente no nível terciário, local, unicamente para um determinado serviço. As infraestruturas físicas dos CRs, por exemplo, foram projetadas para funcionarem apenas como CRs, e na COVID-19 tiveram de ser adaptadas para outra finalidade. Ao mapear previamente todos os espaços físicos disponíveis e as capacidades instaladas e as folgas nas infraestruturas, seria possível identificar os caminhos para o enfrentamento de eventuais distúrbios, contexto de análise cujo escopo é estrutural, da instituição. Isso remete para a segunda lição.

**2ª Lição:** folgas na infraestrutura devem ser incluídas nos planos diretores dos hospitais, mapeando e projetando áreas para usos alternativos, inclusive UTIs.

Após a experiência da COVID-19, ficou claro que as adaptações de áreas para funcionarem como UTI deveriam ser previamente planejadas, reduzindo a necessidade de adaptações emergenciais, que geram estresse nas equipes. Relembre-se, a propósito, o único episódio em que a UTI adaptada no TMO (que não contava com nobreak) enfrentou o problema de falta de energia durante 1 hora (ver item 4.5), o que não afetou os pacientes, mas preocupou as equipes assistenciais. Como o ambiente da UTI já é muito estressante para as equipes assistenciais (SASANGO HAR et al., 2020; MEHTA et al., 2020), suas infraestruturas instaladas deveriam colaborar para minimizar os fatores estressores, e não o seu contrário. Projetar áreas para um uso alternativo pode ser um possível caminho. O exemplo dos CRs é ilustrativo, pois esses espaços físicos em geral são projetados apenas para recuperação pós cirúrgica, quando poderiam ser concebidos também para utilização como UTI. Os projetos de CRs poderiam contemplar mais espaço entre os leitos de enfermaria, ou poderiam ser configurados como quartos individuais ou duplos dotados de divisórias e portas de vidro, assim como poderiam ser contemplados com outras infraestruturas de uma UTI, com altas taxas de renovação de ar exterior, filtragens de ar com alta eficiência, possibilidade de inversão de pressão, nobreak, IT médico, maior número de tomadas elétricas possível, dentre outros. Assim, as instituições deveriam planejar quais serão os espaços físicos, dentro do complexo hospitalar, que poderão ser usados como alternativa às áreas originalmente destinadas a uma determinada finalidade. Os planos diretores dos hospitais parecem ser, por excelência, o documento no qual deveria constar esse planejamento, no caso da necessidade de ampliar a capacidade instalada, especialmente com relação aos serviços críticos, dos quais as UTIs são um exemplo.

Para que isso aconteça com segurança, as áreas escolhidas para uso alternativo deveriam ser contempladas com folgas em todos os requisitos de infraestrutura, considerando a área com maior exigência. Hospitais que planejam as folgas nas infraestruturas de todos os seus serviços, inclusive prevendo antecipadamente áreas de uso alternativo, aumentam a sua capacidade de resiliência, incrementando os seus potenciais de responder, de monitorar e de se antecipar a possíveis situações futuras, que só é possível partir do aprendizado, em relação ao que deu certo, ou ao que deu errado (HOLLNAGEL, 2014, 2017).

**3ª Lição:** as interações entre as folgas na infraestrutura de UTIs devem ser consideradas no projeto das mesmas, o que inclui analisar as implicações das atividades das equipes assistenciais.

A partir da experiência das equipes assistenciais na UTI COVID-19 adaptada na área do TMO, que contou com os melhores recursos em relação à infraestrutura de tratamento do ar (pressão negativa nos quartos, altas taxas de renovação de ar e filtragem de melhor qualidade),

ficou evidenciado que as equipes pouco se beneficiaram destas folgas na infraestrutura, pois frequentemente precisavam entrar nos quartos. Nesse sentido, a falta de visibilidade no espaço físico da UTI adaptada, praticamente anulou os efeitos das folgas no tratamento do ar, deixando de oferecer a proteção mais adequada para as equipes (capítulo 4, itens 4.3 e 4.9). Esse mesmo argumento também se aplica às folgas no espaço físico do posto assistencial dessa área adaptada (36 m<sup>2</sup> ao invés do requisito mínimo de 6 m<sup>2</sup>): embora tivesse sido instalada telemetria no posto assistencial, para monitorar os parâmetros vitais dos pacientes à distância, a falta de visibilidade direta dos pacientes levou as equipes a deslocarem os computadores para mesas provisórias no corredor de circulação entre os quartos, isso para ficarem mais próximas dos pacientes. Nesse sentido, também foi praticamente anulada a folga no tamanho dos postos. Esses exemplos, de uma UTI adaptada para COVID-19, ilustram a importância de entender as interações entre os elementos de um sistema complexo. Algumas folgas na infraestrutura, se isoladas e/ou desconectadas de outros requisitos essenciais para uma UTI (visibilidade), acabam por não resultar em benefícios, o que se verificou no caso dessa área adaptada. Nas UTIs há uma densidade de interações que acontecem entre os seus diferentes componentes (Braithwaite et. al., 2017), interações essas que não podem ser pensadas isoladamente e dissociadas das atividades das pessoas.

**4ª Lição:** as infraestruturas físicas de suporte aos serviços hospitalares são indissociáveis das pessoas

O projeto e uso das folgas das infraestruturas das UTIs exige equipes multidisciplinares. As folgas projetadas para a UTI construída em 2017 (UTI 5) ilustram esse aspecto, pois a experiência e o conhecimento das equipes foram incorporados para o novo projeto dessa UTI. Essas folgas na infraestrutura resultaram de um longo aprendizado das equipes assistenciais, das equipes de apoio, de obras, de manutenção, de projetistas, todas multidisciplinares, que já tinham identificado, por exemplo, a necessidade de ampliar a área dos quartos para o tratamento de pacientes críticos (projetados com área 19,33 m<sup>2</sup>, 93 % acima da RDC 50). As razões para esse maior tamanho do quarto foram relatadas pelas equipes assistenciais (capítulo 4, item 4.2): quartos maiores são necessários para o atendimento de paciente mais críticos porque são utilizados mais equipamentos, porque as equipes são maiores e o tamanho impacta na circulação das equipes ao redor do leito, para mobilizar o paciente, além de outros componentes, como a poltrona do paciente e o espaço para o familiar. O mesmo argumento se aplica às demais infraestruturas, seja para majorar as cargas e tomadas elétricas, seja para duplicar as redes e pontos de O<sub>2</sub> (pela constante incorporação de novos equipamentos,

alguns com grande potência), seja para ampliar as taxas de renovação de ar exterior e melhorar a qualidade da filtração do ar (para reduzir a possibilidade de contaminação), dentre outros.

As pessoas também desempenham papéis centrais no uso e monitoramento das infraestruturas. Dois exemplos são ilustrativos sobre o papel das equipes de manutenção hospitalar, evidenciando a importância da atividade de monitorar. As equipes identificaram que as folgas primárias dimensionadas para o oxigênio estavam reduzidas (cap. 4, item 4.6), em virtude do grande aumento no consumo de O<sub>2</sub>, e sinalizaram precocemente a necessidade de substituição de um dos tanques para recompor as folgas. Quanto às folgas na infraestrutura de energia elétrica (cap. 4, item 4.4), essas equipes também identificaram o maior consumo de carga elétrica nas UTIs durante a pandemia, e fizeram os ajustes necessários, que se limitaram à regulagem dos alarmes, para soarem apenas quando a carga consumida atingisse 70% da capacidade (e não mais 50% como programado anteriormente). Isso foi possível pois os circuitos elétricos projetados tinham folgas. Outros exemplos podem ser referidos sobre a relevância do papel humano para a realização de ajustes, como o da inversão da pressão do ar para negativa, a regulagem das válvulas de pressão de O<sub>2</sub>, a instalação de mais tomadas elétricas e de mais pontos de O<sub>2</sub> nas áreas adaptadas.

Em síntese, a diversidade cognitiva é essencial para o dimensionamento e o funcionamento das infraestruturas das UTIs, porque viabiliza maior confiabilidade pela soma das distintas perspectivas analíticas dos seus membros (SAURIN, 2015). Isso ficou evidenciado quanto à atuação, de forma integrada e colaborativa, das equipes multidisciplinares durante o enfrentamento da situação emergencial, que foi a pandemia da COVID-19 (capítulo 4, item 4.1).

**5ª Lição:** os requisitos da RDC 50/2002, da ANVISA, são insuficientes e devem ser revisados.

As experiências vivenciadas pelas equipes assistenciais no atendimento de pacientes críticos nas UTIs COVID-19, em um momento excepcional de crise, também indicam a insuficiência dos requisitos mínimos estabelecidos pela autoridade sanitária brasileira para UTIs, RDC 50 (ANVISA, 2002), isso a considerar as evidências colhidas nesta pesquisa. O tamanho do quarto da UTI (10m<sup>2</sup>), a quantidade de tomadas elétricas (8) e de pontos de O<sub>2</sub> (2), assim como o número de quartos associados à infraestrutura de tratamento do ar para o isolamento (1 a cada 10 quartos), estabelecidos pela ANVISA, foram considerados insuficientes, neste estudo de caso, isso para tratar pacientes críticos com COVID-19. Esses atendimentos demandaram a utilização de mais equipamentos, com necessidade de mais tomadas e pontos de O<sub>2</sub>, e também de equipes assistenciais maiores, com necessidade de mais

espaço ao redor do leito para mobilizar o paciente. Uma doença altamente contagiosa, como a COVID-19, demanda uma maior quantidade de leitos de isolamento. As folgas nessas infraestruturas, como recursos reais de reserva (BOURGEOIS, 1981; NOHRIA, GULATI, 1996; SAURIN, WERLE, 2017) são muito importantes (RASHID, 2014a; SASANGO HAR et al., 2020; MEHTA et al., 2020; CALLE et al., 2017; CARAYON, 2009). Nesse sentido, foram evidenciadas insuficiências da norma brasileira e, conseqüentemente, a necessidade de revisá-las. Insuficiência de infraestrutura não contribui para resiliência dos hospitais, enquanto capacidade de sustentar a operação das UTIs (HOLLNAGEL, 2014).

#### **5.4 Estrutura de análise de folgas**

A partir deste estudo de caso, propõe-se uma estrutura para análise e dimensionamento de folgas em quatro infraestruturas de UTIs: espaço físico, energia elétrica, oxigênio e tratamento do ar (Quadro 35). Essa estrutura tem como base as lições aprendidas. Reflete a 1ª e a 2ª lições ao considerar as folgas nessas infraestruturas em todos os níveis (primário, secundário e terciário), e não apenas local. Foi destacada a necessidade de incluir o mapeamento dessas infraestruturas no plano diretor dos hospitais. Esses elementos estão no formato de um checklist (coluna 1), para verificação dos principais requisitos que devem ser atendidos.

Esta proposta também reflete a 3ª e 4ª lições aprendidas. A partir deste estudo de caso restou evidenciado que as folgas nas infraestruturas das UTIs não podem ser pensadas isoladamente e dissociadas das atividades das equipes assistenciais. Da mesma forma, o suporte dos serviços hospitalares também é indissociável das pessoas. Esses outros elementos centrais estão no formato de recomendações do pesquisador (coluna 3), com relação aos requisitos que foram considerados adequados para o atendimento dos pacientes críticos com COVID-19, pelas equipes assistenciais. Considerou-se, portanto, as reais necessidades dos serviços dessas UTIs COVID-19, assim como o conhecimento e a experiência das equipes entrevistadas. Cabe enfatizar que se trata de uma recomendação para hospitais de natureza similar ao estudado. São necessários estudos adicionais, em outros contextos, para definir parâmetros de aplicabilidade genérica ou que possam ser incorporados como requisitos normativos.

Quanto à 5ª lição, de que os requisitos da RDC 50/2002, da ANVISA, são insuficientes e devem ser revisados, está refletida na coluna 4, que apresenta o diferencial entre a sugestão do pesquisador com base neste estudo de caso (coluna 3) e os referidos requisitos normativos (coluna 2).



Quadro 35: Estrutura para análise de folgas em 4 dimensões da infraestrutura de UTIs COVID-19.

		1	2		3	4
		Checklist para UTI de 10 leitos (módulo da RDC 7/2010 para as equipes)	Requisitos normativos brasileiros		Requisitos adequados, segundo os resultados do estudo de caso	Folga
			Mínimo obrigatório	norma		
Espaço físico	Primário	O plano diretor contempla o enfrentamento de emergências, com o mapeamento das folgas na infraestrutura para a ampliação de leitos de UTIs?			Fazer o levantamento prévio dessas folgas e identificar as áreas mais adequadas para ampliações emergenciais de UTIs.	Ter plano
	Terciário (local, na UTI)	O formato escolhido para a UTI garante visibilidade direta de todos os leitos dos pacientes?	Visibilidade (direta ou eletrônica), mas não estabelece formato	RDC 50/2002	Formato preferencialmente circular, com posto central e subpostos a cada 2 leitos, garantindo ampla visibilidade e privacidade.	Ter visibilidade direta
		A dimensão do posto é adequada ao tamanho da equipe assistencial?	6 m <sup>2</sup>	RDC 50/2002	24m <sup>2</sup>	300%
		A dimensão da área de prescrição é adequada ao tamanho da equipe?	1,5 m <sup>2</sup>	RDC 50/2002	11,5 m <sup>2</sup> , de uso exclusivo para prescrição.	660%
		Há farmácia satélite na UTI?	Farmácia hospitalar (central)	RDC 50/2002	Farmácia central e satélite, na UTI é considerada uma boa prática.	100%
		Qual dimensão deve ter o quarto do paciente?	10 m <sup>2</sup> (individual) 9 m <sup>2</sup> (enfermaria)	RDC 50/2002	19,33 m <sup>2</sup> , em quartos individuais.	93%
		Como garantir privacidade do paciente?	--	RDC 50/2002	Divisórias de vidros duplo com persiana.	100%
		Quantos quartos devem ser de isolamento?	1 a cada 10 leitos	RDC 50/2002	Pós COVID-19, ter pelo menos uma UTI inteira de isolamento.	Ter UTI de isolamento
Energia elétrica	Primário	A entrada de energia é única ou dupla?	Entrada única	NBR 13.534	Dupla entrada de energia.	100%
		Como foi dimensionada a carga na entrada principal?	Folga de 20 % na carga instalada	NBR 13.534	Folga de pelo menos 50 % na carga instalada (a depender também do Plano Diretor).	150%
		Como foram dimensionadas as tubulações/circuitos de distribuição?	--	NBR 13.534	Folga de 100 % nos circuitos e tubulação reserva com mesmo diâmetro.	200%
	Terciário	Há elétrica de emergência (EE) para as áreas críticas?	Gerador em áreas críticas (15 seg.)	RDC 50/2002	Dois geradores para todas as áreas críticas e estratégicas do hospital.	200%
		Há energia diferenciada (ED) na UTI?	Nobreak em equipamentos de suporte a vida	RDC 50/2002	ED, com 2 nobreaks, para toda a carga da UTI.	200%
		Qual é a carga do IT médico?	IT médico	NBR 13.534	IT médico dimensionado com o dobro da carga calculada.	100%
		Um leito de UTI deve ter quantas tomadas elétricas?	8 tomadas elétricas	RDC 50/2002	24 tomadas	200%
Oxigênio	Primário	Qual é a capacidade de armazenamento/distribuição de O <sub>2</sub> ?	1 central de suprimento primário e de reserva	NBR 12.188	Dois tanques de O <sub>2</sub> líquido independentes (para consumo efetivo médio de 10 dias), com baterias reserva independentes.	100%
		Qual é o formato da rede principal de O <sub>2</sub> ?	Rede simples	RDC 50/2002	Rede principal em anel.	100%
		Como foi dimensionada a rede principal de O <sub>2</sub> ?	Dimensão: pontos, vazão e fator de simultaneidade	RDC 50/2002 NBR 12.188	Dimensionada com folga, conforme pontos, vazões, sem fator de simultaneidade.	150%
	Terciário	A rede de distribuição local de O <sub>2</sub> é única ou é dupla?	Rede simples, ligada na rede principal.	NBR 12.188	Dupla rede, ligada na rede principal.	100%
		Como foi dimensionada a rede de O <sub>2</sub> na UTI?	Dimensão: pontos, vazão, fator de simultaneidade de 80 %	RDC 50/2002 NBR 12.188	Dimensionada com folga, conforme n° de pontos, vazão/ponto e sem fator de simultaneidade	150%
		Um leito de UTI deve ter quantos pontos de O <sub>2</sub> ?	2 pontos de O <sub>2</sub> /leito	RDC 50/2002 NBR 12.188	4 pontos de O <sub>2</sub> /leito	100%
		Qual é a vazão de O <sub>2</sub> nos pontos dos quartos?	60 l./min./ponto (12l/min./paciente)	RDC 50/2002 NBR 12.188	60 l./min./ponto (240 l./min./paciente)	100%
Tratamento ar	Terciário	Qual é a taxa de renovação de ar exterior nos quartos?	2/hora nos quartos (6/hora no isolamento)	NBR 7256	8 renovações/hora nos quartos (12/hora no isolamento)	300% (100%)
		Quais são os filtros nos quartos dos pacientes?	G4 + F8	NBR 7256	Filtros G4 + F8 + A3 (HEPA) em todos os quartos	100%
		Há possibilidade de inversão de pressão nos quartos?	Pressão positiva (isolamento: negativa)	NBR 7256	Equipamentos para inversão de pressão em todos os quartos	100%
		Há manômetros evidenciando a pressão dos quartos?	Manômetros no isolamento	NBR 7256	Manômetros em todos os quartos	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6 CONCLUSÃO

### 6.1 Contribuições do estudo

Objetivo principal da dissertação foi desenvolver uma estrutura de análise de folgas na infraestrutura de UTIs, considerando o contexto da pandemia da COVID-19. Esse objetivo foi concretizado no Quadro 35, com a qual se pretende contribuir para o aprofundamento do debate sobre o tema, que é de grande relevância para os hospitais e para a sociedade como um todo.

O primeiro objetivo específico foi descrever a contribuição das folgas na infraestrutura das UTIs durante o enfrentamento da COVID-19. Esse objetivo também foi atingido por meio da identificação das folgas existentes nas infraestruturas das UTIs adulto que atenderam pacientes críticos com COVID-19 (capítulo 4). Essa descrição, foi feita tanto para as UTIs projetadas quanto para as áreas adaptadas como UTI COVID-19. Foram identificadas as folgas nas quatro dimensões previamente delimitadas, a dos espaços físicos (Quadros 10 e 14), a da energia elétrica (Quadros 17 e 21), a do oxigênio (Quadros 24 e 26) e dos sistemas de tratamento do ar (Quadros 29 e 31). Após a identificação dessas 46 folgas, compiladas no Quadro 34, foi analisado em que medida elas contribuíram, ou não, para o enfrentamento da COVID-19 pelas equipes das UTI. Importante enfatizar que as folgas não seriam tão grandes, ou talvez nem existissem, se fossem levados em conta os requisitos normativos de outros países.

Quanto ao impacto das folgas na infraestrutura das UTIs projetadas na resposta à COVID-19 (capítulo 5, item 5.1), as folgas nos espaços físicos acomodaram equipes assistenciais maiores e, assim, impactaram positivamente, por auxiliarem no trabalho colaborativo, com postos maiores e com visibilidade dos quartos, com salas de prescrição maiores e exclusivas. Idem com relação à farmácia na UTI (pela prontidão na obtenção de insumos) e também com relação à área externa de jardim (pelo valor terapêutico). Considerando a gravidade e a instabilidade desses pacientes críticos, quartos amplos contribuíram positivamente para o enfrentamento da COVID-19, trazendo maior flexibilidade com relação ao atendimento das necessidades dos pacientes, que demandaram mais intervenções, equipes maiores, mais equipamentos e mais monitoramento, potencializando as habilidades da resiliência. Já quanto ao impacto das folgas na energia elétrica (item 4.4, Figura 9), a cascata de folgas foi essencial para lidar com as falhas no abastecimento por parte da concessionária elétrica durante a pandemia sustentando a operação (dupla entrada, geradores, nobreaks, baterias). Outra folga muito importante foi a do dimensionamento dos circuitos elétricos e do grande número de tomadas nos quartos, que garantiu o atendimento das necessidades

específicas dos equipamentos para a assistência dos pacientes com COVID-19 nas UTIs. As folgas no abastecimento e na distribuição de O<sub>2</sub>, (duplo tanque de O<sub>2</sub> líquido, rede em anel, duplas redes internas) também foram essenciais na pandemia, para lidar com o grande aumento no consumo, cuja maior demanda foi suprida em razão dessas folgas, sem qualquer descontinuidade no fornecimento aos pacientes. O impacto positivo das folgas no sistema de tratamento do ar das UTIs projetadas na resposta à COVID-19 foi mais evidente na UTI mais moderna, construída em 2017 (UTI 5), equipada com condições de inverter a pressão, com altas taxas de renovação de ar exterior e filtros HEPA, cuja capacidade instalada garantiu condições de isolamento em todos os quartos desta UTI, para proteção das equipes assistenciais, com redução da possibilidade de contaminação. Estas folgas foram tão importantes no período da COVID-19 que também foram implantadas na UTI 2, para receber esses pacientes.

Com relação às folgas identificadas para as UTIs adaptadas no TMO e nos CRs, o seu impacto positivo foi a disponibilização de mais 52 leitos. O mesmo impacto positivo já referido para a energia elétrica e para o oxigênio das UTIs projetadas se aplica também às UTIs adaptadas. Contudo, o mesmo não pode ser afirmado com relação à infraestrutura do espaço físico e do tratamento do ar dessas duas áreas adaptadas, com características muito diversas. Quanto à UTI adaptada no TMO, as equipes pouco se beneficiaram das folgas nos espaços físicos do posto assistencial, pois a falta de visibilidade levou as equipes a usarem computadores provisoriamente instalados nos corredores da UTI adaptada. Da mesma forma, as equipes pouco se beneficiaram das folgas no tratamento do ar no TMO, pois também a falta de visibilidade levou as equipes assistenciais a permanecerem mais tempo dentro dos quartos, situação em que o sistema de tratamento do ar, mesmo com muitas folgas, deixou de oferecer a proteção mais adequada para as equipes. Quanto aos CRs, em se tratando de salões coletivos e com pouco espaço entre os leitos, restou prejudicada a privacidade para os pacientes e também para as equipes. Como esse ambiente único aumentava a possibilidade de contaminação por via aérea, isso exigiu o uso permanente de EPIs. Essas condições geraram dificuldades para os atendimentos prestados pelas equipes, que trabalharam sob condições mais estressantes.

Como se pode verificar, as folgas na infraestrutura, especialmente as planejadas anteriormente ao período da pandemia da COVID-19, tais como aquelas ligadas ao oxigênio e à energia elétrica, contribuíram para garantir a operação das UTIs inclusive em espaços físicos adaptados. Folgas na infraestrutura também podem orientar a identificação de áreas com maior flexibilidade para o desempenho de outras funções, como mais um critério para planejar o enfrentamento de situações emergenciais, como eventuais pandemias no futuro, assim como eventos que por alguma razão impeçam o funcionamento de uma UTI no hospital, a exemplo

de incêndios, alagamentos, desabamentos ou outros sinistros, aumentando a capacidade de resiliência. Quanto à identificação das lições aprendidas para o projeto (ou reprojeto) de infraestrutura das UTIs, com base na experiência de enfrentamento da COVID-19, são as seguintes:

- 1ª Lição: folgas na infraestrutura de UTIs devem ser pensadas em cascata ou em cadeia, com folgas primárias associadas a folgas secundárias e terciárias;
- 2ª Lição: folgas na infraestrutura devem ser incluídas nos planos diretores dos hospitais, mapeando e projetando áreas para um duplo uso, inclusive UTIs;
- 3ª Lição: folgas na infraestrutura de UTIs não podem ser pensadas isoladamente e dissociadas das atividades das equipes assistenciais;
- 4ª Lição: as infraestruturas físicas de suporte aos serviços hospitalares são indissociáveis das pessoas;
- 5ª Lição: os requisitos da RDC 50/2002, da ANVISA, são insuficientes e devem ser revisados.

## **6.2 Limitações**

Importante demarcar que se trata de um estudo de caso e, nessa medida, tem seu universo limitado, pois se trata da análise de folgas de quatro dimensões das infraestruturas de unidades de terapia intensiva que atenderam pacientes críticos com COVID-19 em um único hospital privado de excelência. Outra limitação é que não foram avaliados os desfechos clínicos dos pacientes nas áreas adaptadas e nas projetadas, nem tampouco os níveis de contaminação das equipes assistenciais e as questões relativas a burnout. Também não constituiu objeto desta análise a questão financeira, que sem dúvida é relevante no contexto do dimensionamento das folgas nas infraestruturas das UTIs, porque estas ampliam o custo das obras. De qualquer forma, o caso escolhido pode ser interpretado como representativo de hospitais privados de excelência no Brasil, presumidamente com recursos financeiros e tecnológicos acima da média das demais instituições.

## **6.3 Estudos futuros**

A seguir são apresentadas algumas sugestões para o desenvolvimento de estudos futuros:

- a) aplicar a estrutura de análise de folgas na infraestrutura de UTIs em outros hospitais, o que poderá subsidiar a discussão sobre a revisão dos requisitos mínimos para as UTIs no Brasil;
- b) realizar estudos de casos similares em outras áreas críticas afetadas pela pandemia, como as emergências e os centros cirúrgicos, para ampliar o universo análise;
- c) analisar os custos atrelados às folgas na infraestrutura, pois folgas na infraestrutura são investimentos e, como tal, dependem de recursos financeiros, muitas vezes tão escassos.
- d) comparar os desfechos clínicos dos pacientes (ou outras métricas, como tempo de internação) nas áreas adaptadas e nas projetadas durante a pandemia;
- e) avaliar a associação entre folgas na infraestrutura e os níveis de contaminação das equipes assistenciais e as questões relativas a burnout durante a pandemia;

## REFERÊNCIAS

- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7256: 2021**, Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro, 2021.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.188:2016**. Sistemas centralizados de suprimentos de gases medicinais, de gases para dispositivos médicos e de vácuo para uso em serviços de saúde. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027: 2012**. Informação e documentação – Sumário – Apresentação. Rio de Janeiro, 2012.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.943:2011**, com requisitos específicos para as tecnologias e os equipamentos incorporados nos ambientes das UTI's. Rio de Janeiro, 2011.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:2011**. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos. Rio de Janeiro, 2011.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.401: 2008**, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.534:2008**. Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2008.
- ARCURI, Rodrigo, BELLAS, Hugo Cesar, FERREIRA, Denise de Souza, BULHÕES, Bárbara, VIDAL, Mario Cesar Rodríguez, CARVALHO, Paulo Victor Rodrigues de, JATOBÁ, Alessandro, HOLLNAGEL, Erik. On the brink of disruption: Applying Resilience Engineering to anticipate system performance under crisis. **Appl Ergon.**, 2022, feb.; 99: 103632.
- AGARWAL, Nehul, MEENA, Chandan Swaroop, RAJ, Binju P., SAINI, Lohit, KUMAR, Ashok, GOPALAKRISHNAN, P., KUMAR, Anuj, BALAM, Nagesh Babu, ALAM, Tabish, KAPOOR, Nishant Raj, AGGARWAL, Vivek. Indoor air quality improvement in COVID-19 pandemic: Review. **Sustainable Cities and Society**, Volume 70, July 2021, 102942.
- ALMERUD, Sofia, ALAPACK, Richard J., FRIDLUND, Bengt, EKEBERGH, Margaretha. Of vigilance and invisibility—Being a patient in technologically intense environments. **Nursing in Critical Care**, 12(3), 2007, 151–158.
- ALVES, Cleber da Silva. **Gestão de tecnologias em saúde: desafios para o engenheiro biomédico**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. FGA - Faculdade Gama. UnB – Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2015. Disponível em : [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19086/1/2015\\_CleberdaSilvaAlves.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19086/1/2015_CleberdaSilvaAlves.pdf). Acesso em 10 ago 2021.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa 414/2010**, que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Edital de chamamento n. 5**, para convocar empresas fabricantes, envasadoras e distribuidoras de oxigênio medicinal, nas formas farmacêuticas Líquido e Gás, a fornecerem informações, de 12 de março de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/edital-de-chamamento-n-5-de-12-de-marco-de-2021-308249019>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada. **RDC 509/2021**, sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-509-de-27-de-maio-de-2021-323002855>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada. **RDC nº 298/2019** - dispõe sobre a aprovação da Farmacopeia Brasileira, 6ª edição. Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/7999json-file-1>. Acesso em: 02 dez. 2021.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada. **RDC 50/2002**, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde e demais. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/.](http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/) Acesso em: 25 ago. 2020.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada. **RDC 07/2010**. Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/.](http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/) Acesso em: 25 ago. 2020.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução-RE nº 09/2003**, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE\\_09\\_2003\\_.pdf/8ccafc91-1437-4695-8e3a-2a97deca4e10](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_09_2003_.pdf/8ccafc91-1437-4695-8e3a-2a97deca4e10). Acesso em: 25 ago. 2020.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RE/ANVISA nº 176/2000**, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Disponível em: [https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RES\\_176.pdf](https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RES_176.pdf). Acesso em: 25 ago. 2020.

APAGÃO deixa maior hospital público de RR e único para casos graves da Covid sem energia. Produzido por G1 Roraima e Rede Amazônica. Boa Vista, 24/08/2021, 14h27. 1 vídeo (01 min. 27 s.). Disponível em: <https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2021/08/24/apagao-deixa-maior-hospital-publico-de-rr-e-unico-para-casos-graves-da-covid-sem-energia-video.ghtml>. Acesso em: 01 nov. 2021.

AZEVEDO NETO, Francisco de Paula Bueno de. **Desenvolvimento de Tecnologia de Gestão para Ambientes Hospitalares; o caso do instituto Fernandes Figueira - FIOCRUZ**. Dissertação apresentada como requisito de avaliação no curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde; Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca; FIOCRUZ. Orientador Professor Pedro Ribeiro Barbosa RIO DE JANEIRO RIO DE JANEIRO - BRASIL 2004.

BACKES, Marli Terezinha Stein, ERDMANN, Alacoque Lorenzini, BUSCHER, Andreas. O ambiente vivo, dinâmico e complexo de cuidados em Unidade de Terapia Intensiva. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, maio-jun. 2015;23(3):411-8.

BACKES, Marli Terezinha Stein, BACKES, Dirce Stein Backes, ERDMANN, Alacoque Lorenzini. Relações e interações no ambiente de cuidados em Unidade de Terapia Intensiva. **Acta paul. enferm.**, 25 (5), 2012a.

BACKES, Marli Terezinha Stein, ERDMANN, Alacoque Lorenzini, BUSCHER, Andreas, BACKES, Dirce Stein. O cuidado intensivo oferecido ao paciente no ambiente de Unidade de Terapia Intensiva. **Pesquisa Esc. Anna Nery**, 16 (4), Dez, 2012b.

BACKES, Marli Terezinha Stein. **A sustentação da vida no ambiente complexo de cuidados em Unidade de Terapia Intensiva**. Tese de Doutorado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2011.

BALYS, Mieczysław, BRODAWKA, Ewelina, KORZENIEWSKA, Anna, SZCZUROWSKI, Jakub, ZAREBSKA, Katarzyna. LCA and economic study on the local oxygen supply in Central Europe during the COVID-19 pandemic. **Science of The Total Environment**, Volume 786, 10 September 2021, 147401.

BAUER, J., BRÜGGMANN, D., KLINGELHÖFER, D., MAIER, W., SCHWETTMANN, L., WEISS, D. J., GRONEBERG, D. A.. Access to intensive care in 14 European countries: a spatial analysis of intensive care need and capacity in the light of COVID-19. **Intensive care medicine**, 46(11), 2020, p. 2026–2034.

BIKKINA, Srinivas, MANDA, Vijaya Kittu, RAO, U.V. Adinarayana. Medical oxygen supply during COVID-19: A study with specific reference to State of Andhra Pradesh, India. **Mater Today Proc** ; 2021 Jan 26.

BITENCOURT, Fabio, VILAS-BOAS, Doris, SILVA, Emerson da Espaços de saúde em tempos de pandemia: cenários do Brasil.In: BITENCOURT, Fabio. VILAS-BOAS, Doris, SILVA, Emerson da (Orgs.). **Arquitetura para emergências. Experiências, vivências e reflexões**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021, p. 41-90.

BITENCOURT, Fabio. Conforto e desconforto na arquitetura para ambientes de saúde: o componente humano e os aspectos ambientais. In: BITENCOURT, Fabio. COSTEIRA, Elza (Orgs.). **Arquitetura e Engenharia Hospitalar**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2014, p. 73-99.

BODDY, Clive Roland. Sample size for qualitative research", *Qualitative Market Research: An International Journal*, Vol. 19 Iss 4, 2016.



BOURGEOIS, L. J. On the Measurement of Organizational Slack. **The Academy of Management Review** 6, no. 1 (1981): 29-39. Accessed December 16, 2020.

BRAITHWAITE, Jeffrey, CHURRUCA, Kate, ELLIS, Louise A., LONG, Janet, CLAY-WILLIAMS, Robyn, DAMEN, Nikki., HERKES, Jessica, POMARE, Chiara, LUDLOW, Kristiana. **Complexity Science in Healthcare-Aspirations, Approaches, Applications and Accomplishments: A White Paper**, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319643112\\_Complexity\\_Science\\_in\\_Healthcare\\_-\\_Aspirations\\_Approaches\\_Applications\\_and\\_Accomplishments\\_A\\_White\\_Paper](https://www.researchgate.net/publication/319643112_Complexity_Science_in_Healthcare_-_Aspirations_Approaches_Applications_and_Accomplishments_A_White_Paper). Acesso em: 05 set. 2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS), Entidades de Saúde de Reconhecida Excelência (ESRE). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/proadi-sus/entidades-de-saude-de-reconhecida-excelencia-esre>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Lei 12.101, de 27 de novembro de 2009. Dispõe sobre a certificação das entidades beneficentes de assistência social; regula os procedimentos de isenção de contribuições para a seguridade social e dá outras providências. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112101.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112101.htm). Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação-Geral de **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Portaria 1884/1994**, aprova as normas destinadas ao exame e aprovação dos Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Brasília, 1994, 136 p (Série: Saúde & Tecnologia).

BRASIL, Ministro de Estado da Saúde. **Portaria 400/1977**. Aprova as normas e os padrões sobre construções e instalações de serviços de saúde.

BRASIL. **Portaria 188/2020**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV).

BUENO, Wagner Pietrobelli. **Contribuições para gestão da complexidade organizacional em unidades de terapia intensiva**. Tese de Doutorado. PPGEP/UFRGS, Orientador: Tarcisio Abreu Saurin, Dr. Co-Orientadora: Priscila Wachs, Dra., Porto Alegre, 2021.

BUENO, Wagner Pietrobelli, SAURIN, Tarcisio Abreu, WACHS, Priscila, KUCHENBECKER, Ricardo, BRAITHWAITE, Jeffrey. Coping with complexity in intensive care units: A systematic literature review of improvement interventions. **Safety Science**. Volume 118, October 2019, Pages 814-825.

CAI H., ZIMRING, C. Out of sight, out of reach: Correlating spatial metrics of nurse station typology with nurses' communication and co-awareness in an intensive care unit. **Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium**, 36(2), 2012, 381–391.

CALLE, Gabriel Heras La, MARTIN, Mari Cruz, NIN, Nicolas. Seeking to humanize intensive care. **Rev. bras. ter. intensiva** 29 (1) • Jan-Mar 2017.

CAPOLONGO, Stefano, GOLLA, Marco, BRAMBILLA, Andrea, MORGANTI, Alessandro, MOSCA Eroca Isa, BARACH Paul. COVID-19 and Healthcare Facilities: a Decalogue of Design Strategies for Resilient Hospitals. **Acta Biomed**. Jul 20;91(9-S):50-60, 2020.

CARAYON, Pascale, PERRY, Shawna. Human factors and ergonomics systems approach to the COVID-19 healthcare crisis. **Int. J. Qual. Health Care**, 33, Suppl. 1, 2021.

CARAYON, Pascale, BASS, Ellen, BELLANDI, Tommaso, GURSES, Ayse, HALLBECK, Susan, MOLLO, Vanina. Socio-Technical Systems Analysis in Health Care: A Research Agenda. **IIE Trans Healthc Syst Eng**. 2011; 1(1): 145–160.

CARAYON, Pascale. Human factors of complex sociotechnical systems. **Applied Ergonomics**. Volume 37, Issue 4, July 2006, Pages 525-535.

CASCALHO, João Daniel de Andrade, XAVIER, Eduardo Vinicius Acunha, GODOI, Guilherme Silva de, LIMA, João Paulo Fernandes, BARROS, Regiane Silva de, MOURINHO, Fabio Andrade, SILVA, Alexandre de Melo, QUINTÃO, Paulo Eduardo Martins, PENNA, Leandro Dehon, NAKABAYASHI, Renny Kunizo, DELIA, Rodrigo Sanchez, AMORIM, Aline Couto de, PONTE, Gustavo Pires da, CASTRO, Jose Filho da Costa, SOUZA, Michele Almeida de, MARTINS, Vinicius Ferreira, MME, ELN, CCEE, NOS, AES, EPE. Grupo de Estudo de Operação de Sistemas Elétricos-GOP. Medidas de curto prazo para atendimento ao Sistema de Roraima. **XXV SNTPEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**, 10 a 13 de novembro de 2019, Belo Horizonte/MG, 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-458/GOP21%20-%204164.pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.

CILLIERS, Paul. **Complexity and postmodernism**. Understanding complex systems. Routledge: London, 1998, 167 p.

CILLIERS, Paul. Complexity, Deconstruction and Relativism. **Theory, Culture & Society** 2005 (SAGE, London, Thousand Oaks and New Delhi), Vol. 22(5): 255–267.

CFM – CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Resolução 2.271/2020**. Define as unidades de terapia intensiva e unidades de cuidado intermediário conforme sua complexidade e nível de cuidado, determinando a responsabilidade técnica médica, as responsabilidades éticas, habilitações e atribuições da equipe médica necessária para seu adequado funcionamento.

CHEN, Yanhua, WANG, Qingjun, LEI, Jianping, LIU, Qizhen, HE, Wei, LIU, Songyu, XIA, Xuhui, LIU, Weipin. Design and engineering application of medical oxygen supply system in novel coronavirus pneumonia treatment hospital. **Journal of Building Engineering**. Vol.44, December 2021, 103170.

CLANCY, Hannah, JOHNSON, Christopher. Design, organization and staffing of the intensive care unit. *Surgery (Oxford)*, Volume 39, Issue 1, January 2021, Pages 7-14

COFEN, CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. **Parecer Normativo COFEN N° 02/2020** – exclusivo p/vigência na pandemia. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/PARECER-NORMATIVO-N%C2%BA-02-2020-ATUALIZADO-EM-28-05-20.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CORDOZA, Makayla, ULRICH, Roger. S., MANULIK, Bette J., GARDINER, Stuart K., FITZPATRICK, Paul S., HAZEN, Teresia M., MIRKA, Alar, PERKINS, R. Serene. Impact of nurses taking daily work breaks in a hospital garden on burnout. **American Journal of Critical Care**, 27(6), 2018, p. 508–512.

COSTEIRA, Elza. Reflexões sobre a edificação hospitalar: um olhar sobre a moderna arquitetura de saúde no Brasil. In: BITENCOURT, Fabio. COSTEIRA, Elza (Orgs.). **Arquitetura e Engenharia Hospitalar**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2014a, p. 102-140.

COSTEIRA, Elza Maria Alves. Arquitetura hospitalar: história, evolução e novas visões. Revista Sustinere, **Revista de Saúde e Educação**, Ano 2. v. 2, n. 2, 2014b.

DAVEY, S. L., LEE, B. J., ROBBINS, T., RANDEVA, H., THAKE, C. D. (2021). Heat stress and PPE during COVID-19: impact on healthcare workers' performance, safety and well-being in NHS settings. **The Journal of hospital infection**, 108, fevereiro 2021.

DE QUADROS, B. M. **Ventilação natural para o conforto térmico e renovação do ar em ambientes de internação hospitalar**. Florianópolis, 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

DRAGANOV, Patricia Bover, SANNA, Maria Cristina Sanna. Relato de caso. Normas sobre construção de estabelecimentos assistenciais de saúde no Brasil e a enfermagem. **Revista de Administração em Saúde**, vol. 18, nº 70, jan. – mar., 2018.

ELLIS, Louise A, CHURRUCA, Kate, CLAY-WILLIAMS, Robyn, POMARE, Chiara, AUSTIN, Elizabeth E., LONG, Janet C., Grødahl, Anne, BRAITHWAITE, Jeffrey. Patterns of resilience: A scoping review and bibliometric analysis of resilient health care, Vol. 118, October 2019, Pages 241-257.

EMERY, F. E.; TRIST, E. L. Socio-technical systems. In C. W. Churchman & M. Verhulst (Eds.), **Management science models and techniques**. Pergamon. 1960.

ESPM, Normas da ABNT. Disponível em: <https://normas-abnt.espm.br/index.php?title=Formatata%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 25 jan. 2022.

FGI - Facility Guidelines Institute. **Guidelines for Design and Construction of Hospitals**, 2018. Disponível em: <https://fgiguideines.org/guidelines/state-adoption-fgi-guidelines/>. Acesso em: 10 ago 2021.

FORMOSO, C. , TOMMELEIN, I. D. , SAURIN, T. A. , KOSKELA, L. , FIREMAN, M. , BARTH, K. , BAATAGLIN, F. , VIANA, D. , COELHO, R. , SINGH, V. , ZANI, C. , RANSOLIN, N. , DISCONZI, C. 2021, 'Slack in Construction - Part 1: Core Concepts' In: Proc. **29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)**. Lima, Peru, 14-16 Jul 2021. pp 187-196.

GALBUSERA, Luca, CARDARILLI, Monica, GIANNOPOULOS, Georgios. The ERNCIP survey on COVID-19: Emergency & Business Continuity for fostering resilience in critical infrastructures. **Safety Science**, Vol. 139, July, 2021.

GRABOIS, Victor, FREITAS, Carlos Machado de, PEREIRA, Híngred Ferraz, CUNHA, Luiza Ribeiro Alves, CARDOSO, Patrícia Alcântara, LEIRAS, Adriana, BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello, FONTAINHA, Tharcisio Cotta, ANDERSON, Renata. **Nota Técnica. Adaptação da capacidade hospitalar em resposta à pandemia por COVID-19.** Rio de Janeiro, 2020. 17 p. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/41146>. Acesso em: 02 abr. 2021.

GUEST, Greg, BUNCE, Arwen, JOHNSON, Laura. How Many Interviews Are Enough? An Experiment with Data Saturation and Variability Family Health International. **Field Methods**, Vol. 18, No. 1, February 2006 59–82.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea.** Tese de Doutorado, Orientador: Hugo Segawa, Área de Concentração: História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo, FAUUSP, São Paulo, 2010.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **João Filgueiras Lima: o último dos modernistas.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2003.

GURSES, Ayse P., TSCHUDY, Megan M., MCGRATH-MORROW, Sharon, HUSAIN, Aymna, SOLOMON, Barry S., GEROHRISTODOULOS, Kylee A. , KIM, Julia M.. Overcoming COVID-19: what can human factors and ergonomics offer? **J. Patient Safety Risk Manag.**, 25 (2), 2020, pp. 49-54.

GURSES, A. P., CARAYON, P.. Exploring performance obstacles of intensive care nurses. **Applied Ergonomics**, Volume 40, Issue 3, May 2009, Pages 509-518.

HICK, John. L.; EINAV, Sharon.; HANFLING, Dan; KISSOON, Niranjan; DICHTER, Jeffrey. R.; DEVEREAUX, Asha. V.; CHRISTIAN, Michael. D. Surge capacity principles: care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement. **Chest journal**, 146(4), e1S-e16S, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369215519879>. Acesso em: 17 abril 2021.

HIETE, Michael, MERZ, Mirjam, SCHULTMANN, Frank. Scenario-based impact analysis of a power outage on healthcare facilities in Germany, **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, Vol. 2 No. 3, 2011, p. 222-244.

HMV, HOSPITAL MOINHOS DE VENTO. **Relatório Anual 2017.**

HMV, HOSPITAL MOINHOS DE VENTO. **Relatório de Gestão 2020.** Disponível em: <https://www.hospitalmoinhos.org.br/institucional/publicacoes>. Acesso em 20 junho 2021.

HOLLNAGEL, Erik, SUJAN, Mark, BRAITHWAITE, Jeffrey. Resilient Health Care – Making steady progress. **Safety Science**, Volume 120, December 2019, Pages 781-782

HOLLNAGEL, Erik. **Safety-II in Practice: Developing the Resilience Potentials.** Routledge, 2017.

HOLLNAGEL, Erik. Resilience engineering and the built environment. **Building Research and Information**, v. 42, n. 2, p. 221–228, 2014.

HUBER, Christian, GERHARDT, Nadine, REILLEY, Jacob T. Organizing care during the COVID-19 pandemic: the role of accounting in German hospitals. **Accounting, Auditing & Accountability Journal**, Vol. 34, n. 6, 2021, pp. 1445-1456.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed., Rio de Janeiro, 1993.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em síntese**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama> e <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/populacao-total-1980-2010.html>. Acesso em 10 dez. 2021.

IGEÑO-CANO, J.C. Benefits of walks in the outdoor gardens of the hospital in critically ill patients, relatives and professionals. **Med Intensiva (Engl Ed)**, Vol. 44, Issue 7, October 2020, p. 446-448.

JCI, Joint Commission International. **Accreditation Standards for Hospitals Including Standards for Academic Medical Center Hospitals**. 7th Edition, Illinois: Joint Commission Resources Oak Brook, 2020.

JCI, Joint Commission International. **Padrões de Acreditação da Joint Commission International para Hospitais**. 6 ed. Illinois: Joint Commission Resources Oak Brook, 2017

JHU, Johns Hopkins University. **COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)**. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 11 jun. 2022.

KARMAN, Jarbas B. **Manutenção e segurança hospitalar preditivas**. São Paulo: Estação Liberdade: IPH, 2011.

KELLY, Fiona E., FONG, Kevin, HIRSCH, Nicholas, NOLAN, Jerry P. Intensive care medicine is 60 years old: the history and future of the intensive care unit. **Clinical Medicine (Lond)**, Aug, 14(4), 2014, p. 376-379. doi: 10.7861/clinmedicine.14-4-376. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4952830/>. Acesso em: 10 set. 2021.

KLINGER, Chaamala, LANDEG, Owen, MURRAY, Virginia. Power outages, extreme events and health: a systematic review of the literature from 2011–2012. **PLoS Currents**, January 2014.

KNIGHT, Patrick H, MAHESHWARI, Neelabh, HUSSAIN, Jafar, SCHOLL, Michael, HUGHES, Michael, PAPADIMOS, Thomas J., GUO, Weidun Alan, CIPOLLA, James, STAWICKI, Stanislaw P., LATCHAMA, Nicholas. Complications during intrahospital transport of critically ill patients: Focus on risk identification and prevention. **Int J Crit Illn Inj Sci**. 2015 Oct-Dec; 5(4): 256–264.

LASSEN, H.C.A. A preliminary report on the 1952 epidemic of -poliomyelitis in Copenhagen with special reference to the treatment of acute respiratory insufficiency. **The Lancet**, Vol. 261, ed. 6749 , 1953 , p. 37-41

LAVOR, Adriano de. Amazônia sem respirar: falta de oxigênio causa mortes e revela colapso em Manaus. **RADIS: Comunicação e Saúde**, n.221, p.20-23, fev. 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/46768>. Acesso em: set. 2021.

LEAF D. E., HOMEL P., FACTOR P. H.. Relationship between ICU design and mortality. **Chest**, Volume 137, Issue 5, 2010 , p. 1022-1027.

LEE, J. H., ROUNDS, M., MCGAIN, F., SCHOFIELD, R., SKIDMORE, G., WADLOW, I., KEVIN, K., STEVENS, A., MARSHALL, C., IRVING, L., KAINER, M., BUISING, K., MONTY, J. Effectiveness of portable air filtration on reducing indoor aerosol transmission: preclinical observational trials. **Journal of Hospital Infection**, Vol 119, January, 2022, p. 163-169.

LIMA, João Filgueiras. **Arquitetura: uma experiência na área da saúde**. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2012.

LIMA, João Filgueiras. **CTRS, Centro de Tecnologia da Rede Sarah**. Brasília: SarahLetras, São Paulo: Fundação Bial/ ProEditores, 1999.

LU Y., OSSMANN M. M., LEAF D. E., FACTOR P. H.. Patient visibility and ICU mortality: A conceptual replication. **Health Environments Research & Design Journal**, 7(2), 2014, p. 92–103.

MAARTMANN-MOE, Charlotte C., SOLBERG, Marianne Trygg, STEINDAL, Simen A. Patients' memories from intensive care unit: A qualitative systematic review. **Nursing Open**. vol 8 (5), 2021, p. 2221–2234.

MARKOPOULOU, Dimitra, PAPAKONSTANTINO, Vagelis . The regulatory framework for the protection of critical infrastructures against cyberthreats: Identifying shortcomings and addressing future challenges: The case of the health sector in particular. **Computer Law & Security Review**, Vol. 41, July, 2021.

MARQUES, André. **Lelé: diálogos com Neutra e Prouvé**. São Paulo/Austin, Nhamerica Platform, Romano Guerra, 2020. MEHTA, Anuj B., LOCKHART, Steven, REED, Katharine, GRIESMER, Christine, GLASGOW, Russell E., MOSS, Marc, DOUGLAS, Ivor S., MORRIS, Megan A. Drivers of Burnout Among Critical Care Providers: A Multicenter Mixed-Methods Study. **Chest**. Volume 161, Issue 5, 2022 , p. 1263-1274.

MICHELIN, Lauro. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo; CEDAS; 1992. 241 p.

NHS England - National Health Service in England. **Health Building Note 04-02. Critical care units**, 2013. Disponível em: [https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/05/HBN\\_04-02\\_Final.pdf](https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/05/HBN_04-02_Final.pdf). Acesso em: 10 jun. 2021.

NOHRIA, Nitin, GULATI, Ranjay. Is Slack Good or Bad for Innovation? **Academy of Management Journal** 39, no. 5 (October 1996): 1245–1264.

NORONHA, Kenya Valeria Micaela de Souza, FERREIRA, Monique Félix. Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários. **Cad. Saúde Pública** 36 (6), 2020.

NORRIS, Patrick R., DAWANT, Benoit M. Closing the Loop in ICU Decision Support: Physiologic Event Detection, Alerts, and Documentation. **JAMIA, Journal of the American Medical Informatic Association**, Nov-Dec; 9(6 Suppl 1), 2002.

OBEIDAT, Bushra, YOUNID, Mohammad Bani, AL-SHLOOL, Esra'a. A Study of Workspace Design Characteristics Exemplified by Nurses' Satisfaction Within Three Intensive Care Units in a University Hospital. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, Vol. 15, 2021.

OECD/EUROPEAN UNION (2020), **Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU Cycle**, OECD Publishing, Paris, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/82129230-en>. e em [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2020\\_82129230-em](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2020_82129230-em). Acesso em: 10 nov. 2021.

OPAS, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE.. **Fontes e distribuição de oxigênio para tratamento COVID-19**, 2020. [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52074/OPASBRACOV1920055\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52074/OPASBRACOV1920055_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 10 mar. 2021.

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Guia para o cuidado de pacientes adultos críticos com coronavírus (COVID-19) nas Américas**. Versão 3 resumida, 2021.

PATERSON, Jaclyn, BERRY, Peter, EBI, Kristie, VARANGU, Linda. Health care facilities resilient to climate change impacts. **International journal of environmental research and public health**, 11(12), 2014, p. 13097–13116.

PAPALI, Alfred, ADHIKARI, Neill K. J., DIAZ, Janet V., DONDORP, Arjen M., DÜNSER, Martin W., JACOB, Shevin T., PHUA, Jason, ROMAIN, Marc, SCHULTZ, Marcus J. . Infrastructure and Organization of Adult Intensive Care Units in Resource-Limited Settings. In: DONDORP, Arjen M., DÜNSER, Martin W., SCHULTZ, Marcus J., (Orgs.). **Sepsis Management in Resource-limited Settings** [Internet]. Cham (CH): Springer; 2019. Chapter 3, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32091695/>. DOI: 10.1007/978-3-030-03143-5\_3. Acesso em: 09 abril 2021.

PARISE, G.; MAZZETTI, C.; PARISE, L.; FIAMINGO, F. Safety System With Harmless First Fault: Complete and IT-M System. **IEEE Transactions on Industry Applications**, vol. 51; Issue 4, 2015.

PARISE, Giuseppe, PARISE, Luigi, ALLEGRI, Marco, MARCO, Amedeo De, ANTHONY, Michael A. Operational Resilience of Hospital Power Systems in the Digital Age. **IEEE Transactions on Industry Applications**, Vol. 57, n. 1, January/February, 2021.

PERÉN, Jorge Isaac Monteiro. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima “Lelé”**: estudos dos hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006.

PERROW, Charles. **Normal Accidents: Living with High-risk Technologies**. Princeton: Princeton University Press, 1984.

POLANCZYK, Carisi A., ROHSIG, Vania, BASTOS, Gisele Nader, ZAVASCKI, Alexandre P., NASI, Luis A., PARRINI, Mohamed. Getting Ready for the Covid-19 Pandemic: Experience of a Brazilian Hospital. **NEJM Catalyst Innovations in Care Delivery**, September 2, 2020. Disponível em: <https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.20.0428>. Acesso em: 15 set. 2021.

POPE, Catherine, ZIEBLAND, Sue, MAYS, Nicholas Mays. Qualitative research in health care. Analysing qualitative data. **BMJ**. 2000 Jan 8; 320(7227): 114–116. doi: 10.1136/bmj.320.7227.114.

RANSOLIN, Natália, MARCZYK, Carlos Emilio Stigler, GERING, Rafael Parmeggiani, SAURIN, Tarcísio Abreu, FORMOSO, Carlos Torres, GROGAN, Tor Olav. The built environment's influence on resilience of healthcare services: lessons learnt from the COVID-19 pandemic. In: **Lean Construction in Crisis Times: Responding to the Post-Pandemic AEC Industry Challenges**. IGLC 2021. International Group for Lean Construction. **29<sup>th</sup> Annual Conference. Lima, Perú** 14<sup>th</sup> to 17<sup>th</sup> July, 2021, p. 613-622. ISBN: 978-612-48025-4-6. ISSN: 2309-0979. ISSN: 2789-0015 (online).

RANSOLIN, Natalia. **Modelagem Integrada de Requisitos Funcionais e Estruturais em Sistemas Sócio-Técnicos Complexos: estudo em uma Unidade de Terapia Intensiva**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da UFRGS – PPGCI. . Orientador: Prof. Dr. Carlos Torres Formoso, 2019.

RANSOLIN, Natalia, SAURIN, Tarcísio Abreu, FORMOSO, Carlos Torres. Integrated modelling of built environment and functional requirements: Implications for resilience. **Applied Ergonomics**. Vol. 88, October 2020.

RANSOLIN, N., SAURIN, T.A, FORMOSO, C.T. 2020. “Influence of the Built Environment on Patient Safety and Well-being: a Functional Perspective.” In: Tommelein, I.D. and Daniel, E. (eds.). **Proc. 28<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28)**, Berkeley, California, USA, [doi.org/10.24928/2020/0032](https://doi.org/10.24928/2020/0032), online at [iglc.net](http://iglc.net).

RASHID Mahbub. Two decades (1993-2012) of adult intensive care unit design: a comparative study of the physical design features of the best practice examples. **Crit Care Nurs Q.** , Jan-Mar;37(1):3-32, 2014a.

RASHID, Mahbub. Space allocation in the award-winning adult ICUs of the last two decades (1993–2012); An exploratory study. **Health Environments Research & Design Journal**, 7(2), p. 29–56, 2014b.

RHODES, Andrew, MORENO, Rui Paulo. Prestação de terapia intensiva: um problema global. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, 2012; 24(4):322-325.

ROSAS, Ludmila Nogueira Rêgo. **Segurança em instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde estudo de caso: cenário baiano**. Orientador: Prof. Dr. Daniel Barbosa.



Dissertação de Mestrado em Energia Elétrica, Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/29510>. Acesso em: 20 junho 2022.

SASANGO HAR, Farzan, JONES, Stephen L., MASUD, Faisal N., VAHIDY, Farhaan S., KASH, Bitá A.. Provider Burnout and Fatigue During the COVID-19 Pandemic: Lessons Learned From a High-Volume Intensive Care Unit. *Anesthesia & Analgesia*, Volume 131, Issue 1, July 2020, p. 106-111.

SAURIN, Tarcísio Abreu, WACHS, Priscila, BUENO, KUCHENBECKER, Ricardo de Souza, BONIATTI, Márcio Manozzo, ZANI, Carolina Melecardi, CLAY-WILLIAMS, Robyn. Coping with complexity in the COVID pandemic: An exploratory study of intensive care units. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, Vol. 32, Issue 3, 2022.

SAURIN, Tarcísio Abreu, WERLE, Natalia Jaeger Basso. A framework for the analysis of slack in socio-technical systems. **Reliability Engineering & System Safety**, Volume 167, November 2017, Pages 439-451.

SAURIN, Tarcísio Abreu, ROOKE, John Alfred, KOSKELA, Lauri J. A complex systems theory perspective of lean production. **Int. J. Prod. Res.**, 51 (19) (2013), pp. 5824-5838.

SAURIN, T. A. Classification and assessment of slack. **6th Resilience Engineering International Symposium, Lisbon (Portugal)**, 22-25 June 2015. [https://www.resilience-engineering-association.org/download/resources/symposium/symposium\\_2015/Saurin\\_T.-Classification-and-assessment-of-slack-Paper.pdf](https://www.resilience-engineering-association.org/download/resources/symposium/symposium_2015/Saurin_T.-Classification-and-assessment-of-slack-Paper.pdf)

SHETH KN, MAZUREK MH, YUEN MM, CAHN BA, SHAH JT, WARD A, KIM JA, GILMORE EJ, FALCONE GJ, PETERSEN N, GOBESKE KT, KADDOUH F, HWANG DY, SCHINDLER J, SANSING L, MATOUK C, ROTHBERG J, SZE G, SINER J, ROSEN MS, SPUDICH S, KIMBERLY WT. Assessment of Brain Injury Using Portable, Low-Field Magnetic Resonance Imaging at the Bedside of Critically Ill Patients. **JAMA Neurol.** 2021;78(1):41-47. doi:10.1001/jamaneurol.2020.3263

SLATER, David, HOLLNAGEL, Erik, MACKINNON, Ralph, SUJAN, Mark, CARSON-STEVENSON, Andrew, ROSS, Alistair, BOWIE, Paul. A systems analysis of the COVID-19 pandemic response in the United Kingdom – Part 1 – The overall context. **Saf Sci.** 2022 de fevereiro; 146: 105525. Doi: 10.1016/j.ssci.2021.105525.

SLATER, David. A systems analysis of the UK COVID 19 pandemic response: Part 2 - work as imagined vs work as done. **Saf Sci**, 2022 fevereiro;146:105526. doi: 10.1016/j.ssci.2021.105526. Epub 2021 5 de outubro.

SOLIMAN, Marlon, SAURIN, Tarcísio. Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. **Journal of Manufacturing Systems**. Volume 45, October 2017, Pages 135-148.

THOMPSON, Dan R., HAMILTON, D. Kirk, CADENHEAD, Charles D., SWOBODA, Sandra M., SCHWINDEL, Stephanie M., ANDERSON, Diana C., SCHMITZ, Elizabeth V., ST ANDRE, Arthur C., AXON, Donald C., HARREL, James W., HARVEY, Maurene A.,

HOWARD, April, KAUFMAN, David C., PETERSEN, Cheryl. Guidelines for intensive care unit design. **Critical Care Medicine**, May, 40(5), 2012. doi: 10.1097 / CCM.0b013e3182413bb2

TZORTZOPOULOS, Patricia, CHAN, Paul, COOPER, Rachel. Requirements management in the design of primary healthcare facilities. **IV SIBRAGEC, I ELAGEC**, Porto Alegre, Brasil, 24 a 25 de outubro de 2005.

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Guia de Normalização de Trabalhos Acadêmicos do ICBS**. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/bibicbs/guia/> Acesso em: 14 set 2022.

ULRICH, R. S., CORDOZA, M., GARDINER, S. K., MANULIK, B. J., FITZPATRICK, P. S., HAZEN, T. M., PERKINS, R. S.. ICU patient family stress recovery during breaks in a hospital garden and indoor environments. **Health Environments Research & Design Journal**, 13(2), 2020, p. 83–102.

VERDERBER, Stephen, GRAY, Seth, SURESH-KUMAR, Shivathmikha, KERCH, Damian, PARSHURAM, Christopher. Intensive Care Unit Built Environments: A Comprehensive Literature Review (2005–2020). **Health Environments Research & Design Journal** 2021, Vol. 14(4) 368-415.

WACHS, Priscila, SAURIN, Tarcisio Abreu, RIGHI, Angela Weber, WEARS, Robert Lewis. Resilience skills as emergent phenomena: A study of emergency departments in Brazil and the United States. **Applied Ergonomics**, Volume 56, September 2016, Pages 227-237.

WEIL, Max Harry, TANG, Wanchun. From Intensive Care to Critical Care Medicine. A Historical Perspective. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, Vol. 183, 2011.

WERLE, Natália Jaeger Basso. **Framework para análise de folgas em sistemas sócio-técnicos complexos**: Aplicação em uma maternidade Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção. Orientador: Prof. Dr. Tarcisio Abreu Saurin. 2016.

WESPHAL, Eduardo. **A Linguagem da Arquitetura Hospitalar de João Filgueiras Lima**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Orientador: Professor Benamy Turkienicz Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Organização Mundial da Saúde declara novo coronavírus uma pandemia**, 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 25 jul. 2020.

WOODA, Maureen Heraty, HAILWOOD, Mark, KOUTELOS, Konstantinos. Reducing the risk of oxygen-related fires and explosions in hospitals treating Covid-19 patients **Process Safety and Environmental Protection** 153 (2021) 278–288.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## **APÊNDICE A - QUESTÕES DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA**

Este instrumento de coleta de dados sobre a infraestrutura das UTI's adulto será aplicado somente para funcionários e consiste em uma entrevista semiestruturada com questões gerais sobre:

- 1.** Sobre o entrevistado (breve contextualização)
  - Cargo no hospital / unidade em que trabalha;
  - Anos de experiência / experiência neste hospital;
  - UTI adulto / UTI adulto COVID-19
  
- 2.** Na sua área de trabalho, fale sobre os aspectos positivos e negativos (INFRAESTRUTURA) da UTI adulto, para os sistemas abaixo:
  - Sobre o Espaço Físico;
  - Sobre o sistema de Energia Elétrica;
  - Sobre o sistema de Gases Medicinais;
  - Sobre o sistema de Ar Condicionado;
  - Sobre o sistema Hidráulico;
  - Sobre o sistema de TI;
  
- 3.** Fale sobre as implicações dos sistemas acima para a segurança dos pacientes e dos profissionais
  
- 4.** Fale sobre eventuais falhas dos sistemas acima;
  - Exemplos de situações falhas (falta de espaço físico, luz, gases medicinais, ar condicionado, água, prescrições eletrônicas, etc)
  - Rapidez do sistema em se reestabelecer, após as falhas
  - Medidas adotadas para lidar com as falhas;
  - Planos de contingência planejados para lidar com as falhas;
  
- 5.** Ambiente construído das UTI's adulto na COVID-19: como os sistemas acima foram afetados ou mudaram durante a pandemia?
  - Desafios durante a pandemia, quanto às UTI adulto;
  - 
  - O que ajudou e o que fez falta?
  - Adaptações promovidas no ambiente construído?
  
- 6.** Você acha que esses sistemas das UTI estão bem dimensionados e distribuído espacialmente?
  - Por exemplo, deveria haver mais tomadas, saídas de ar-condicionado, mais lavatórios, água de osmose, etc.
  - Adequação do tamanho dos quartos, postos de enfermagem, prescrição, rouparia, expurgo?

**APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO DOS LEITOS DE INTERNAÇÃO, UTI  
INCLUSIVE, POR BLOCOS E PAVIMENTOS DO COMPLEXO  
HOSPITALAR**

Bloco	Unidade	pav.	n.º de leitos	total Bloco	%
B	internação	5.º	20	83	17%
	UTI neo	8.º	27		
	maternidade	9.º	15		
	maternidade	10.º	21		
C	internação A1	1.º	29	302	62%
	internação A2	1.º	20		
	internação B1	2.º	25		
	internação B2	2.º	27		
	internação C1	3.º	38		
	internação C2	3.º	24		
	internação D1	4.º	46		
	internação D2	4.º	26		
	internação E1	5.º	18		
	UTI 1 (adulto)	3.º	11		
	UTI 2 (adulto)	3.º	10		
	UTI 3 (adulto)	3.º	10		
	UTI cardio (adulto)	1.º	8		
	UTI ped.	5.º	10		
16	UTI 5 (adulto)	3.º	17	100	21%
	internação D3	4.º	24		
	internação E3	5.º	24		
	internação G3	6.º	15		
	internação F3-TMO	7.º	20		
Total Geral				485	100%