XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022
Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Requisitos para o desenvolvimento de empreendimentos de saúde resilientes

Requirements for developing resilient healthcare projects

Juliana Parise Baldauf
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | julipbaldauf@gmail.com
Carlos Torres Formoso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | formoso@ufrgs.br

Resumo
O desenvolvimento de novas unidades de saúde envolve modelos complexos de prestação de serviços e requer alinhamento entre os serviços e a infraestrutura criada para suportá-los. Esses empreendimentos envolvem muitos requisitos de diferentes clientes e frequentemente precisam de reformas para melhorar o desempenho devido às mudanças na demanda, novas tecnologias, requisitos em evolução e avanços nos processos. O presente trabalho tem como objetivo identificar um conjunto de requisitos de usuários do ambiente construído da saúde que contribuem com o aumento da resiliência. Estes requisitos foram organizados em categorias e podem contribuir para preparar edifícios de saúde para responder melhor a situações inesperadas, como a de futuras pandemias.

PALAVRAS-CHAVE: Serviços de Saúde. Ambiente construído da saúde. Resiliência. Habilidades de resiliência. Gestão de requisitos.

Abstract
Developing new healthcare facilities involves complex service delivery models, which requires the alignment between service delivery and the infrastructure created to support them. Healthcare projects involve several requirements from different clients and frequently need refurbishments to improve performance due to changes in demand, new technologies, evolving requirements, and advances in healthcare processes. The research aims to identify a set of user requirements of the built environment that contribute to increasing the resilience of healthcare systems. These requirements have been organized into categories, and they can assist in preparing healthcare buildings to respond better to unexpected situations, such as future pandemics.

Keywords: Healthcare services. Healthcare built environment. Resilience. Resilience skills. Requirements management.

Como citar:
BALDAUF, J.P.; FORMOSO, C. T. Requisitos para o desenvolvimento de empreendimentos de saúde resilientes. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-15.

INTRODUÇÃO

Entre as lições aprendidas durante a pandemia do novo Coronavírus, destaca-se a necessidade de ações de preparação para construir sistemas de saúde resilientes [1]–[3]. De fato, a Organização Mundial da Saúde (OMS) planeja desenvolver acordos ou outros instrumentos internacionais que envolvam países e setores privados na preparação e resposta a futuras pandemias [4]. O ambiente construído da saúde deve fazer parte dessas ações, uma vez que estes edifícios buscam proporcionar um ambiente que contribua para aumentar a eficiência dos serviços, melhorar a qualidade do atendimento e melhorar o processo de cura e o bem-estar do paciente.

Empreendimentos de saúde podem ser considerados sistemas sociotécnicos complexos e, muitas vezes, são acionados por demandas mutáveis, exigindo que funcionários e a equipe de gestão ajustem os processos de forma flexível e priorizem demandas concorrentes [5]. A complexidade desses empreendimentos está associada a vários fatores: (i) muitas vezes os serviços de saúde não são bem definidos no início das etapas de projeto [6]; (ii) empreendimentos existentes precisam de reformas ou ampliações frequentes para melhorar seu desempenho devido a mudanças na demanda, novas tecnologias e avanços nos processos de saúde [7], [8]; (iii) alta variabilidade de trabalho e demanda, que impacta na solicitação de espaços e infraestrutura [6], [9]; e (iv) um grande número e uma grande diversidade de requisitos [10]–[12].

Neste cenário, a implementação de conceitos da Engenharia de Resiliência (ER) pode contribuir para melhorar a capacidade de um sistema de responder a eventos, monitorar mudanças em andamento, antecipar riscos e oportunidades e aprender com falhas e sucessos comuns [13]. Para aumentar a resiliência e agregar valor aos empreendimentos é essencial entender os requisitos do ambiente construído a partir da perspectiva dos clientes envolvidos na prestação de serviços [14]. Com isso, surge a oportunidade de explorar sinergias entre ER e a abordagem de gestão de requisitos para lidar com os requisitos emergentes e os desafios de situações inesperadas representadas por pandemias.

Estudos anteriores destacaram a compreensão, avaliação e melhoraria da resiliência em serviços de saúde [5], [15]–[21]. Outros estudos salientam a conexão dos princípios da engenharia de resiliência e o ambiente construído e seus requisitos [9], [22], [23]. Apesar de importantes contribuições destes estudos, não se tem dado muita atenção à melhoria da resiliência sob a perspectiva do ambiente construído em saúde para auxiliar os serviços antes, durante e depois das crises. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo identificar requisitos dos usuários do ambiente construído de saúde para que este seja mais resiliente e adaptável diante de potenciais pandemias futuras, entendidas como demandas inesperadas de serviços de saúde. Foram definidos constructos que descrevem categorias de requisitos, os quais podem ser utilizados por projetistas e gestores de empreendimentos de saúde para desenvolver novos empreendimentos e futuras reformas de edifícios existentes. Ainda, este estudo está alinhado com dois dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organização das Nações Unidas (ONU): (i) construir infraestruturas resilientes,

promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, e (ii) tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

HABILIDADES DE RESILIÊNCIA EM EMPREENDIMENTOS DA SAÚDE

A resiliência em serviços de saúde pode ser caracterizada por meio de práticas informais de trabalho e adaptações de procedimentos operacionais [23], [24]. O ambiente construído também tem a capacidade intrínseca de reagir positivamente antes, durante e após crises, como em uma pandemia [25]. A resiliência do ambiente construído é, portanto, a capacidade do edifício de se adaptar e absorver as demandas [25] de serviços previsíveis e imprevisíveis [5] e manter a funcionalidade original ou alcançar um equilíbrio para o sistema [25]. Hollnagel (2011) decompõe a resiliência em quatro habilidades principais: monitorar, antecipar, responder e aprender. Wachs et al. (2016) identificaram um conjunto de categorias de habilidades de resiliência e que estão relacionadas de modo direto ou indireto às habilidades propostas por Hollnagel (2011) (Tabela 1).

A partir do estudo de Wachs et al. (2016) percebe-se a necessidade de investigar mais profundamente como o ambiente construído pode favorecer as habilidades de resiliência como, por exemplo, entender como a flexibilidade dos espaços pode auxiliar a lidar com a variabilidade de demanda.

Tabela 1– Categorias de habilidades de resiliência em empreendimentos da saúde

Categorias de habilidades de resiliência	Exemplos
Trabalho colaborativo	Ajudar ou pedir ajuda a funcionários de outras áreas
Combinação de capacidade e demanda	Criar leitos extra
Comunicação	Fornecer a informação correta no momento certo
Reconhecer o impacto de pequenas ações e decisões	Reconhecer o impacto de ter pacientes em corredores, proporcionando desconforto e piora das condições
Priorizar ações e decisões	Priorizar pacientes mais críticos ou difíceis
Identificar fatores do contexto que podem dificultar o desempenho	Estar ciente da alta demanda de trabalho de outro departamento ou de outro profissional
Antecipação das necessidades por ações	Antecipar a chegada de um paciente crítico
Gerenciar os *trade-offs* entre tempo destinado para o cuidado do paciente e número de pacientes a serem vistos	Gerenciar o tempo com cada paciente
Reorganizar a sequência de atividades	Reorganizar as atividades de acordo com a avaliação do estado real das operações
Liderança	Delegar tarefas
Soluções alternativas envolvendo o uso de equipamentos e materiais	Obter equipamentos de outra área

Fonte: Adaptado de Wachs et al. (2016)

MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo adota a abordagem de pesquisa de *Design Science Research* (DSR), que é usada para desenvolver construções inovadoras para resolver problemas enfrentados no mundo real e contribuir para a teoria das disciplinas em que é aplicada [26]. Construções inovadoras são chamadas de artefatos [26], e podem ser modelos, métodos, constructos e instanciações [27]. O artefato proposto são constructos (categorias de requisitos) para apoiar a tomada de decisão durante o desenvolvimento de empreendimentos de saúde resilientes. Esses constructos emergiram a partir de um estudo empírico realizado em um hospital universitário no Brasil[1].

Durante este estudo empírico, o departamento de emergência (DE) existente do hospital, localizado no Edifício 1 e com área de aproximadamente 1.700 m^2, foi avaliado para capturar as necessidades dos clientes. Esta foi a principal fonte de informação para modelar os requisitos do cliente para o novo serviço de emergência (área aproximada de 5.000 m^2), inaugurado em 2021 no novo Edifício 2 deste hospital

O processo de pesquisa foi dividido em três etapas: (i) compreensão do contexto e captura dos requisitos do edifício de saúde existente; (ii) análise e estruturação dos requisitos e habilidades de resiliência e definição do artefato; e (iii) avaliação da utilidade e aplicabilidade do artefato.

ETAPA 1: COMPREENSÃO DO CONTEXTO E CAPTURA DOS REQUISITOS DO EDIFÍCIO DE SAÚDE EXISTENTE

As fontes de evidência utilizadas na Etapa 1 incluem: (i) 2 reuniões; (ii) 8 observações diretas; (iii) 52 entrevistas abertas; (iv) 8 entrevistas semiestruturadas e (v) análise documental. As entrevistas e reuniões foram realizadas com funcionários do serviço de engenharia do Hospital e das empresas responsáveis pelo desenvolvimento do projeto e execução, bem como com diferentes usuários do DE existente, tais como, chefes médicos, médicos, enfermeiros, funcionários administrativos e de serviços de apoio.

Com o objetivo de conhecer os serviços e espaços de saúde foram realizadas 14 visitas ao DE existente, em que foram realizadas observações diretas e 30 entrevistas abertas e 3 entrevistas semiestruturadas com os usuários. Os principais tópicos explorados nas entrevistas foram: (1) entender as funções e usos do espaço e os principais serviços existentes, incluindo fluxos de pacientes e funcionários; e (2) identificar mudanças de layout e reformas realizadas na emergência existente.

Dentre as fontes de evidência, 6 observações diretas, 44 entrevistas abertas e 4 entrevistas semiestruturadas foram usadas para capturar os requisitos do cliente da emergência existente. Dados secundários de estudos anteriores [19], [28] também foram usados para identificar os requisitos e entender os processos da emergência existente. Além disso, quatro documentos intitulados “Guia de Solicitação de

[1] Este estudo empírico foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital. CAAE: 12444113.8.0000.5327.

Alterações (GSA)" foram utilizados para entender as mudanças solicitadas para o novo DE.

ETAPA 2: ANALISAR E ESTRUTURAR REQUISITOS E HABILIDADES DE RESILIÊNCIA E DEFINIR O ARTEFATO

As informações coletadas foram analisadas, refinadas e traduzidas em requisitos. Os requisitos foram agrupados em categorias e subcategorias com base no modelo de Kiviniemi (2005). Na sequência foi realizada a análise e conexão dos requisitos com as habilidades de resiliência definidas por Wachs et al. (2016) e a definição dos constructos (categorias de requisitos) do ambiente construído.

ETAPA 3: AVALIAR A UTILIDADE E APLICABILIDADE DO ARTEFATO

Nesta etapa foi avaliada a utilidade e aplicabilidade dos constructos para o desenvolvimento de empreendimentos de saúde resilientes. Cabe ressaltar que esta avaliação foi realizada apenas entre os pesquisadores envolvidos no estudo.

RESULTADOS

DIFICULDADE DE CONSIDERAR REQUISITOS PARA A MELHORIA DA RESILIÊNCIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO DA SAÚDE

De acordo com algumas entrevistas, projetistas e gerentes da construção apontaram dificuldades na gestão do projeto devido ao fato de ser desafiador considerar todas as necessidades comunicadas por uma grande variedade de usuários, que possuem requisitos conflitantes e que evoluem. Além disso, demandas frequentes de alterações de projeto feitas pela equipe assistencial causaram interrupções no projeto e algumas com custos adicionais associados.

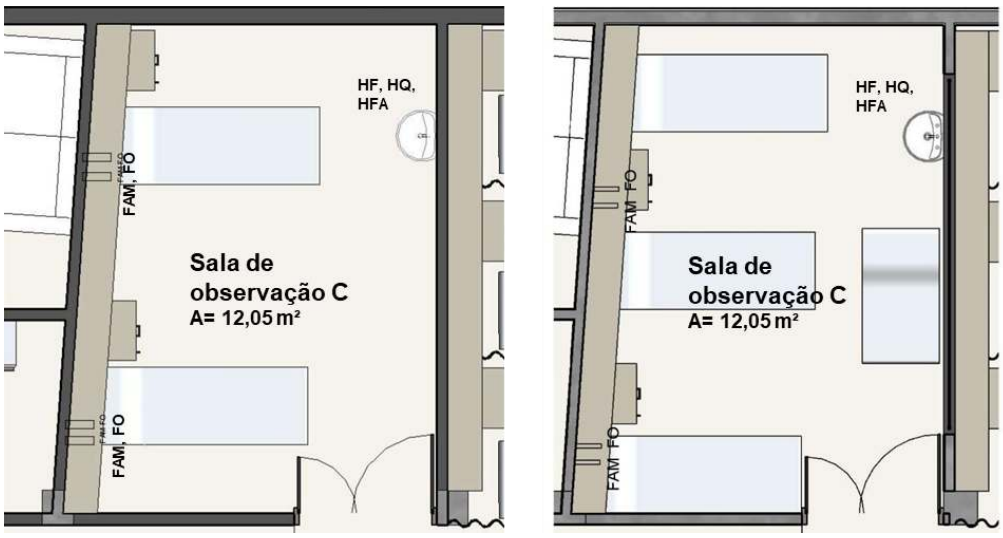
Por outro lado, o médico chefe e a chefe administrativa do DE apontaram que requisitos importantes do usuário não foram considerados no projeto, o que pode impactar em futuras alterações e reformas do empreendimento. Esses funcionários destacam: (i) os principais fluxos de saúde (paciente, equipe, medicamentos, resíduos e suprimentos) não foram suficientemente compreendidos durante o projeto do edifício; (ii) o projeto dos espaços, muitas vezes, não considera a necessidade de adaptações futuras e flexibilidade para atender a variabilidade de demanda e eventos adversos; (3) usos específicos do novo DE como um hospital universitário não foram claramente definidos, principalmente devido à participação limitada da equipe assistencial nas definições do projeto e (5) o mobiliário e equipamentos não foram definidos devido ao escopo da licitação do projeto e isso pode impactar no desempenho dos serviços de saúde.

RESILIÊNCIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO DA SAÚDE

A partir das observações diretas na emergência existente foram identificadas alterações no uso e adaptações dos espaços. A sala de Observação C da Emergência Pediátrica existente foi projetada para comportar dois leitos (Figura 1a). No entanto, quando esse espaço não está em uso é utilizado para armazenar macas (Figura 1a), o que destaca a flexibilidade funcional, ou seja, um espaço com diferentes usos.

Figura 1 - Diferentes usos dos espaços

(a) **(b)**



Fonte: os autores

A Figura 2 apresenta a alteração na sala de observação A, na qual foi removida uma das divisórias com o objetivo de melhorar a visualização e distribuição dos pacientes no espaço (Figura 2b).

Figura 2 – Reforma na sala de observação A

(a) **(b)**

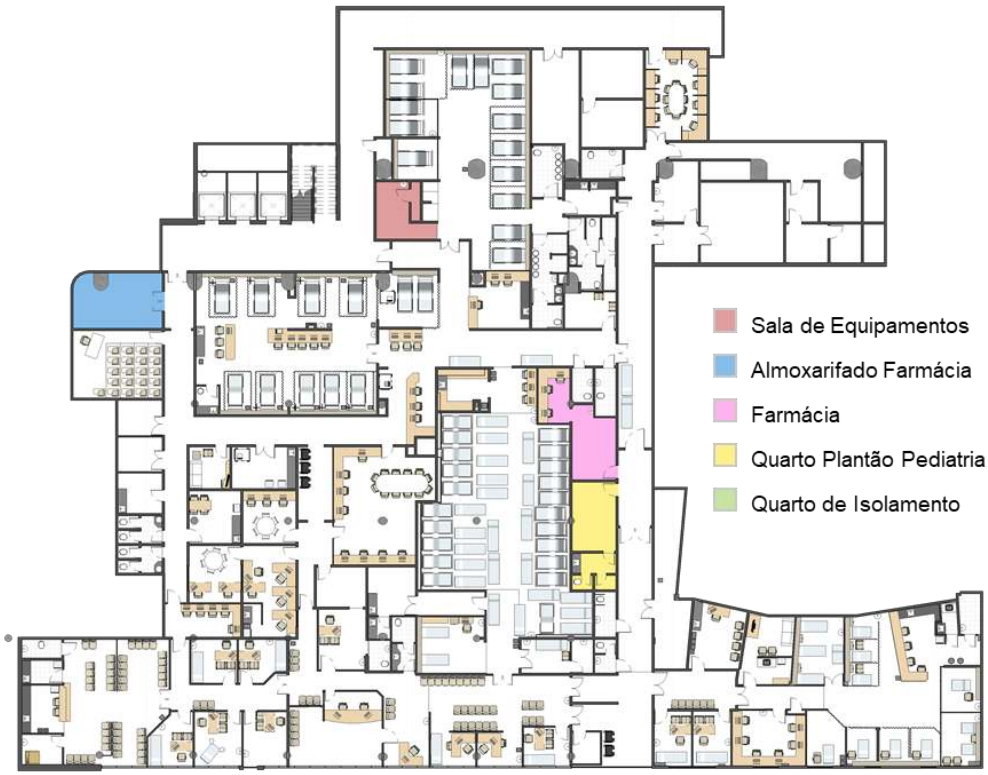


Fonte: os autores

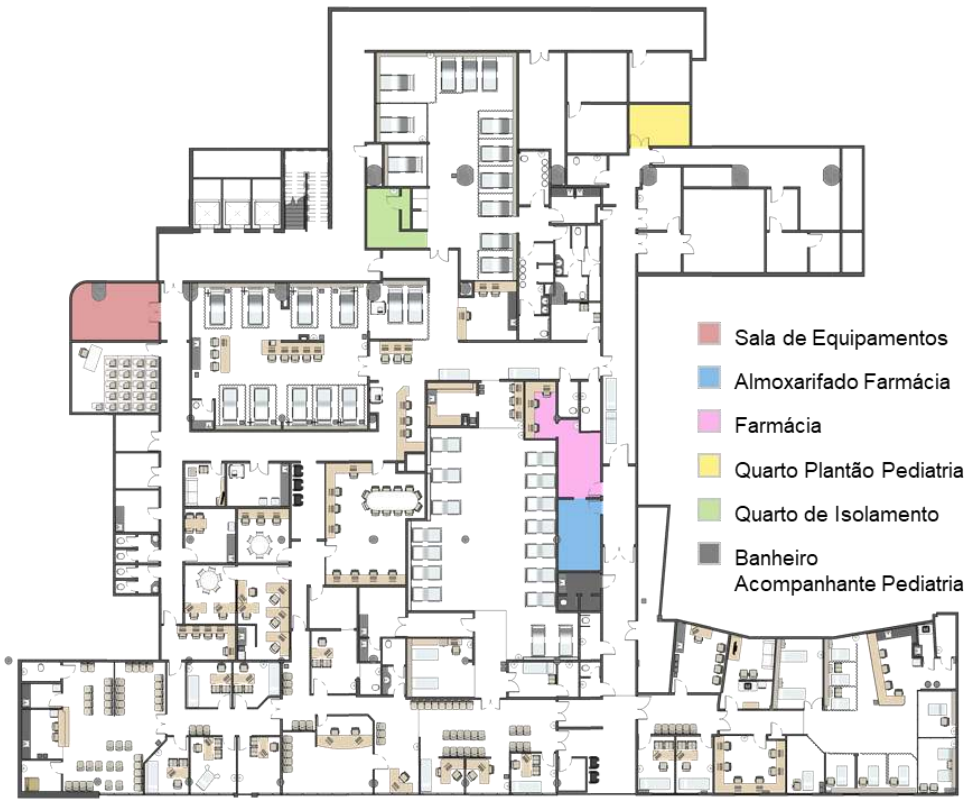
A reforma realizada na farmácia promoveu a adjacência com o almoxarifado e facilitou o trabalho colaborativo dos funcionários (a distância antes da reforma era de 51 metros), bem como, um maior controle de medicamentos de alta vigilância que antes ficavam nos postos de enfermagem (Figura 3).

Figura 3 – Reforma na farmácia, sala de equipamentos e quarto de isolamento e de plantão

(a) Planta emergência existente antes da reforma



(b) Planta emergência existente depois da reforma

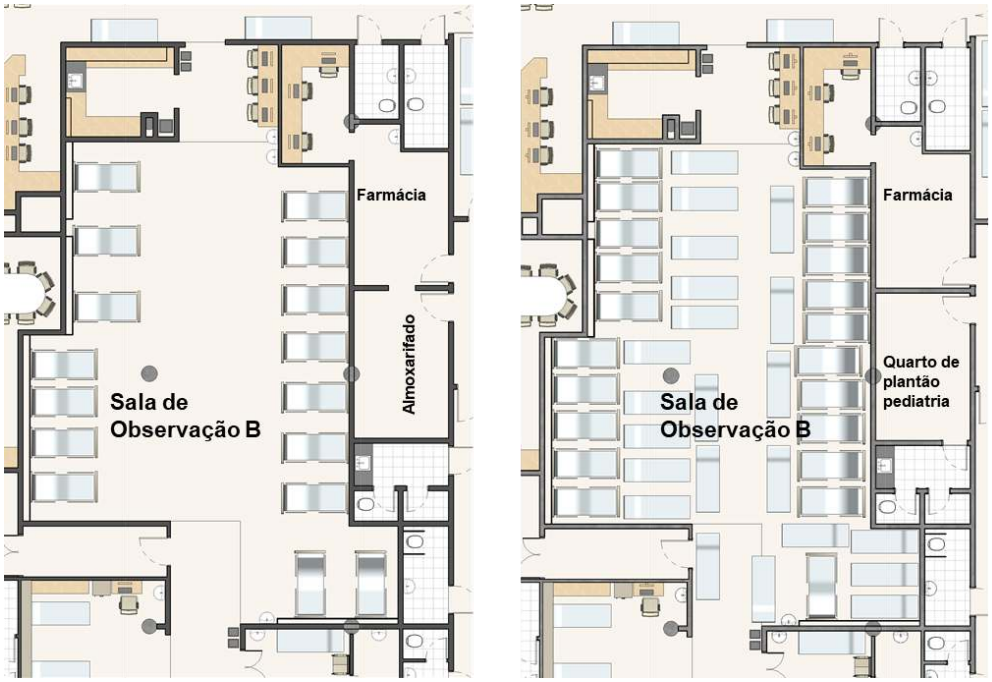


Fonte: os autores

A Figura 4 apresenta o espaço de Unidade de Observação B com quantidade menor de pacientes (Figura 4a) em comparação com o mesmo espaço em momentos de superlotação (Figura 4b) em que foram contabilizadas 47 macas distribuídas na sala B e corredores.

Figura 4 – Superlotação dos Espaços

(a) **(b)**



Fonte: os autores

COLETA DE REQUISITOS

O total de requisitos dos clientes identificados no estudo empírico foi de 190 (Figura 5). Dos 163 requisitos coletados ao longo de 14 visitas realizadas pela pesquisadora e auxiliar de pesquisa ao setor de emergência existente, 09 foram também identificadas em estudos anteriores e 26 nas GSA (Figura 5). Ou seja, dos 163 requisitos identificados, 128 só foram evidenciados nas visitas e entrevistas com diferentes profissionais do setor, evidenciando a importância destas fontes de evidência, pouco utilizadas no projeto da nova unidade de emergência.

Figura 5 – Requisitos dos clientes coletados a partir das observações e entrevistas, GSA e estudos anteriores



Fonte: os autores

CONSTRUCTOS PARA O AMBIENTE CONSTRUÍDO DE SAÚDE RESILIENTE

Os requisitos coletados foram estruturados em 12 categorias e 30 subcategorias (colunas 1 e 2 da Tabela 2), nas quais os 190 requisitos estão distribuídos. Posteriormente foi realizada a análise e correlação dos requisitos com as habilidades de resiliência apresentadas na Tabela 1. Das 11 categorias de habilidades de resiliência descritas por Wachs et al. (2016), apenas 5 apresentaram correlação direta com os requisitos do ambiente construído, são elas: (i) Combinação de capacidade e demanda, (ii) Soluções alternativas envolvendo o uso de equipamentos e materiais, (iii) trabalho colaborativo, (iv) comunicação, e (v) Identificar fatores do contexto que podem dificultar o desempenho.

A habilidade de resiliência que concentrou maior quantidade de requisitos foi a de "identificar fatores do contexto que podem dificultar o desempenho", com 68 requisitos, sendo 31 dos requisitos pertencentes à categoria "Requisitos do mobiliário e equipamentos". O dimensionamento ou características ergonômicas inadequadas desses itens podem interferir no desempenho dos serviços de saúde, como preparo de medicamento e atendimento e monitoramento dos pacientes. Requisitos de acessibilidade também podem ter um impacto no desempenho dos serviços de saúde (14 requisitos de acordo com a Tabela 2), como por exemplo, o não atendimento a dimensões de circulações podem dificultar o transporte de pacientes em macas ou cadeira de rodas entre diferentes setores ou dentro de um espaço. Adicionalmente, requisitos relacionados à iluminação podem gerar um impacto no desempenho dos serviços e no processo de cura dos pacientes. O projeto do ambiente construído, muitas vezes, deve considerar *trade-offs* entre proporcionar uma iluminação adequada à privacidade dos pacientes e para desenvolvimentos de serviços, como preparo de medicamentos no período noturno.

A segunda e terceira habilidades de resiliência que concentraram maior número de requisitos foi a de "Comunicação" e "trabalho colaborativo", totalizando 35 e 32 requisitos respectivamente. Tanto a comunicação quanto o trabalho colaborativo

podem ser facilitados no caso de o ambiente construído atender a requisitos de proximidade entre espaços, conforme exemplificado anteriormente (Figura 3). Cabe ressaltar que um único requisito do ambiente construído pode ter uma ou mais correlações com diferentes habilidades de resiliência. A visão geral dos pacientes nas salas de observação (categoria de requisitos visuais da Tabela 2) é um requisito que impacta na comunicação, ou seja, permite que funcionários visualizem e acionem o atendimento imediato ao paciente, conforme exemplificado pela Figura 2.

A habilidade de resiliência intitulada "Combinação de capacidade e demanda" concentrou 31 requisitos. Dentre estes, 19 estão relacionados com a categoria de "Conformidade dos espaços" e com destaque para a subcategoria "número de unidades dos espaços", que inclui, por exemplo, a necessidade de um espaço para armazenar macas e cadeiras de rodas e, com isso, auxiliar a gerenciar a capacidade e demanda de atendimentos (ver exemplo da Figura 1).

Destaca-se a importância do ambiente construído em gerenciar a capacidade e demanda em situações esperadas, como a necessidades de reformas, ou em situações inesperadas como a de alagamentos, e pandemias, conforme mencionado nas pesquisas anteriores [29], [30]. Nesse sentido, a flexibilidade (funcional, estrutural e de expansão) tem um papel fundamental para a gestão da capacidade em relação à demanda de atendimentos. Outra categoria de requisitos que apresenta correlação com a habilidade de "combinação de capacidade e demanda" é a de "Instalações Hidrossanitárias e fluído-mecânicas". Para essa categoria foram identificados requisitos relacionados às quantidades adequadas de instalações hidrossanitárias (vasos sanitários, mictórios, lavatórios e chuveiros) para atender momentos de alta na demanda de pacientes e demais usuários. Nas entrevistas e visitas ao departamento de emergência foram também destacados requisitos para atender a demanda por instalações de oxigênio e ar comprimido para cada leito e outros espaços da emergência. Há, portanto, a necessidade de combinar a capacidade e demanda para essas instalações bem como, desenvolver estratégias e soluções alternativas envolvendo o uso de equipamentos e materiais.

A habilidade "Soluções alternativas envolvendo o uso de equipamentos e materiais" possui correlação com 8 requisitos visuais para a subcategoria "barreira visual". Destaca-se como requisitos o uso de elementos ou divisórias para garantir a privacidade do paciente ou funcionários. Neste sentido, o ambiente construído pode ser resiliente em relação a permitir diferentes configurações de layout que contribuem com a privacidade.

A partir da análise e correlação entre os requisitos do ambiente construído de saúde do departamento de emergência e as habilidades de resiliência foi possível definir os principais constructos que impactam em um ambiente construído resiliente, os quais são: (i) requisitos de conformidade dos espaços, (ii) mobiliário e equipamentos; (iii) requisitos visuais; (iv) acessibilidade; (v) flexibilidade, (vi) Iluminação, e (vii) instalações Hidrossanitárias e fluído-mecânicas (ver Tabela 2) .

Os constructos definidos nesta pesquisa poderiam ser usados por projetistas e gestores de empreendimentos da saúde para o desenvolvimento de novos projetos ou

reformas futuras com base em soluções que contribuam com a resiliência do ambiente construído e dos serviços. Essas soluções e recomendações poderiam ser registradas em guias de boas práticas para o desenvolvimento de projetos de saúde resilientes.

Tabela 2: Categorias, subcategorias de requisitos dos clientes e a relação com as habilidades de resiliência

Categorias	Subcategorias	Nº de requisitos	Nº de requisitos relacionados com as habilidades de resiliência
Requisitos de conformidade dos espaços	Equipamentos ou mobília no espaço	33	2-A 13-B 1-C 3-D
	Número de unidades do espaço	26	5-D 10-A 4-C
	Dimensões adequadas dos espaços	16	6-A 5-D 9-C
	Proximidade ou afastamento entre espaços	16	10-C 10-D 1-B 2-E
	Ocupação do espaço	7	4-C 1 / A
Requisitos do mobiliário ou equipamentos	Ergonomia	21	21-E
	Dimensões da mobília e equipamentos	7	7-E
	Operação e manutenção de mobiliários e equipamentos	3	3-E
Requisitos visuais	Barreira visual	8	8-B 8-E
	Contato visual interno e externo	4	3-C 3-D 1-E
	Orientação espacial (Wayfinding)	4	4-D
	Sinal visual (ex: relógios, televisores)	3	3-D
	Controle visual (ex: painéis com ordem atendimento)	2	2-D
Acessibilidade	Acessibilidade do espaço	9	9-E
	Acessibilidade da edificação	4	4-E
	Acessibilidade aos equipamentos e mobiliário	2	1-E
Iluminação e Instalações elétricas	Iluminação	5	4-E
	Instalações elétricas	2	-
Instalações Hidrossanitárias e fluído-mecânicas	Instalações Hidrossanitárias	3	3-A
	Instalações fluido-mecânicas	3	3-A 3-B
Flexibilidade da edificação, espaços e dos sistemas técnicos	Flexibilidade de expansão	4	4-A
	Flexibilidade estrutural	1	1-A 1-E

Categorias	Subcategorias	Nº de requisitos	Nº de requisitos relacionados com as habilidades de resiliência
	Flexibilidade funcional	1	1-A
Acabamentos	Pisos	1	1-E
	Paredes e divisórias	4	1-E
Requisitos para portas e janelas	Requisitos para Portas	3	1-E
	Requisitos para Janelas	1	1-E 1-C
Operação e manutenção	Limpeza	1	1-E
Climatização	Aquecimento e resfriamento	1	1-E
Acústica	Nível de ruído	1	1-E 1-B

Legenda	
A	Combinação de capacidade e demanda
B	Soluções alternativas envolvendo o uso de equipamentos e materiais
C	Trabalho colaborativo
D	Comunicação
E	Identificar fatores do contexto que podem dificultar o desempenho

Fonte: os autores

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Em relação aos impactos práticos, esta pesquisa contribuiu para a identificação dos tipos de requisitos que contribuem para aumentar a resiliência do ambiente construído e dos serviços e consequentemente agregar valor aos empreendimentos do setor da saúde [14].

Quanto às contribuições teóricas, destaca-se um avanço em relação aos estudos anteriores [5], [9], [23], [28], [15]–[22] ao definir um conjunto de constructos do ambiente construído, que representam categorias de requisitos, e compreender as relações destes com as habilidades de resiliência dos serviços de saúde. Há também impactos sociais e econômicos esperados: melhorar a tomada de decisões no desenvolvimento de reformas ou novos projetos de saúde resilientes. O público-alvo desse impacto são os gestores de empreendimentos de saúde, equipes envolvidas em projetos de saúde e usuários finais dessas edificações. A consideração dos constructos na etapa de projeto tem potencial para contribuir com a qualidade do projeto e permitir que as necessidades dos diferentes usuários sejam consideradas nas soluções de projeto. A utilização de um banco de dados com boas práticas de projeto baseado na resiliência e a consistência no projeto pode contribuir com prazos mais curtos no desenvolvimento dos edifícios de saúde. Este estudo também coopera com a construção de infraestruturas resilientes para os serviços de saúde e fomento à

inovação, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de equipamentos e mobiliário adequados aos empreendimentos de saúde. Há também um impacto social na esfera da cidade, com contribuição para a inclusão social, segurança, resiliência e sustentabilidade.

Conforme Ward-Miller et al. (2021) [2], mais pesquisas baseadas em evidências são necessárias na segurança da equipe e do paciente. Definir novos padrões de projeto e requisitos para futuras reformas ou novos projetos de saúde pode ajudar os gestores e instituições de saúde a reduzir os custos de adaptação do ambiente construído para lidar com situações inesperadas, como de futuras pandemias. Com isso, existe a oportunidade de pesquisas futuras para avaliar as modificações realizadas no ambiente construído durante a pandemia e comparar com registros da etapa de uso anterior a essas modificações. Em função da limitação desta pesquisa quanto ao desenvolvimento de um único estudo empírico e avaliação parcial dos resultados, sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas para a implementação e avaliação da utilidade e aplicabilidade das categorias de requisitos em diferentes estudos empíricos no setor da saúde.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro. Agradecemos à Instituição de Saúde pelo apoio ao projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] D. Levin-Zamir *et al.*, “Health promotion preparedness for health crises – a ‘must’ or ‘nice to have’? Case studies and global lessons learned from the COVID-19 pandemic,” *Glob. Health Promot.*, vol. 28, no. 2, pp. 27–37, 2021, doi: 10.1177/1757975921998639.

[2] S. Ward-Miller, E. M. Farley, L. Espinosa, M. E. Brous, J. Giorgi-Cipriano, and J. Ferguson, “Psychiatric mental health nursing in the international year of the nurse and COVID-19: One hospital’s perspective on resilience and innovation - Past, present and future,” *Arch. Psychiatr. Nurs.*, vol. 35, no. 3, pp. 303–310, 2021, doi: 10.1016/j.apnu.2020.11.002.

[3] I. Kickbusch, G. M. Leung, and R. J. Shattock, “Learning from crisis: building resilient systems to combat future pandemics,” *Lancet*, vol. 398, no. 10294, pp. e2–e6, 2021, doi: 10.1016/S0140-6736(21)00665-6.

[4] World Health Assembly, “Special session of the World Health Assembly to consider developing a WHO convention , agreement or other international instrument on pandemic preparedness and response,” vol. 74, no. May, pp. 3–4, 2021.

[5] J. E. Anderson, A. J. Ross, C. Macrae, and S. Wiig, “Defining adaptive capacity in healthcare: A new framework for researching resilient performance,” *Appl. Ergon.*, vol. 87, no. January, p. 103111, 2020, doi: 10.1016/j.apergo.2020.103111.

[6] P. Tzortzopoulos, R. Codinhoto, M. Kagioglou, J. Rooke, and L. Koskela, “The gaps between healthcare service and building design: a state of the art review,” *Ambient. Construído*, vol. 9, no. 2, pp. 47–55, 2009.

[7] S. W. Ornstein and R. Ono, “Post-occupancy evaluation and design quality in Brazil: Concepts, approaches and an example of application,” *Archit. Eng. Des. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 48–67, 2010, doi: 10.3763/aedm.2009.0102.

[8] J. Soliman-Junior, J. P. Baldauf, P. Tzortzopoulos, M. Kagioglou, J. S. Humphreys, and C. T. Formoso, “Improving healthcare design with BIM-based tools,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 588, no. 3, p. 032003, Nov. 2020, doi: 10.1088/1755-1315/588/3/032003.

[9] F. Pascale *et al.*, “Evaluation of factors and approaches affecting emergency department space planning,” 2014, doi: 10.1108/F-09-2012-0073.

[10] R. Sengonzi, P. Demian, and S. Emmitt, “Optimising healthcare facility value through better briefing and optioneering,” *9th Int. Postgrad. Res. Conf. (IPGRC), Res. Inst. Built Hum. Environ.*, pp. 352–365, 2009.

[11] J. P. Baldauf, C. T. Formoso, and P. Tzortzopoulos, “Method for managing requirements in healthcare projects using building information modelling,” *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. ahead-of-p, no. ahead-of-print, Aug. 2021, doi: 10.1108/ECAM-12-2020-1040.

[12] J. Soliman-Junior *et al.*, “Automated compliance checking in healthcare building design,” *Autom. Constr.*, vol. 129, p. 103822, 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2021.103822.

[13] E. HOLLNAGEL, J. PARIÈS, D. D. WOODS, and J. WREATHALL, *Resilience engineering in practice: A guidebook*, Reprint. Ashgate Studies in Resilience Engineering, 2017.

[14] D. Pati, T. Harvey, and C. Cason, “Inpatient Unit Flexibility,” *Environ. Behav.*, vol. 40, pp. 205–232, 2008, doi: 10.1177/0013916507311549.

[15] C. Macrae, “Moments of Resilience: Time, Space and the Organisation of Safety in Complex Sociotechnical Systems,” in *Exploring Resilience: A Scientific Journey from Practice to Theory*, Springer International Publishing, 2019, pp. 1–5.

[16] C. B. Rosso and T. A. Saurin, “The joint use of resilience engineering and lean production for work system design: A study in healthcare,” *Appl. Ergon.*, vol. 71, no. March, pp. 45–56, 2018, doi: 10.1016/j.apergo.2018.04.004.

[17] T. M. Juvet *et al.*, “Adapting to the unexpected: Problematic work situations and resilience strategies in healthcare institutions during the COVID-19 pandemic’s first wave,” *Saf. Sci.*, vol. 139, 2021, doi: 10.1016/j.ssci.2021.105277.

[18] G. L. Tortorella, T. A. Saurin, F. S. Fogliatto, V. M. Rosa, L. M. Tonetto, and F. Magrabi, “Impacts of Healthcare 4.0 digital technologies on the resilience of hospitals,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 166, no. December 2020, p. 120666, 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2021.120666.

[19] A. W. Righi and T. A. Saurin, “Complex socio-technical systems: Characterization and management guidelines.,” *Appl. Ergon.*, vol. 50, pp. 19–30, Sep. 2015, doi: 10.1016/j.apergo.2015.02.003.

[20] V. Marques da Rosa, T. A. Saurin, G. L. Tortorella, F. S. Fogliatto, L. M. Tonetto, and D. Samson, “Digital technologies: An exploratory study of their role in the resilience of healthcare services,” *Appl. Ergon.*, vol. 97, no. October 2020, p. 103517, 2021, doi: 10.1016/j.apergo.2021.103517.

[21] M. Pishnamazzadeh, M. M. Sepehri, and B. Ostadi, “An Assessment Model for Hospital Resilience according to the Simultaneous Consideration of Key Performance Indicators: A System Dynamics Approach,” *Perioper. Care Oper. Room Manag.*, vol. 20, no. January, p. 100118, 2020, doi: 10.1016/j.pcorm.2020.100118.

[22] N. Ransolin, T. A. Saurin, and C. T. Formoso, “Integrated modelling of built environment and functional requirements: Implications for resilience,” *Appl. Ergon.*, vol. 88, no. October 2019, 2020, doi: 10.1016/j.apergo.2020.103154.

[23] E. Hollnagel, “Resilience engineering and the built environment,” *Build. Res. Inf.*, vol. 42, no. 2, pp. 221–228, 2014, doi: 10.1080/09613218.2014.862607.

[24] T. A. Saurin and S. S. Gonzalez, “Assessing the compatibility of the management of

standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery," *Appl. Ergon.*, vol. 44, no. 5, pp. 811–823, 2013, doi: 10.1016/j.apergo.2013.02.003.

[25] G. Cerè, Y. Rezgui, and W. Zhao, "Critical review of existing built environment resilience frameworks: Directions for future research," *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 25, no. May, pp. 173–189, 2017, doi: 10.1016/j.ijdrr.2017.09.018.

[26] K. Lukka, "The constructive research approach," in *Case Study Research in Logistics*, O.-P. (eds.). Ojala, L. & Hilmola, Ed. Turku: Turku School of Economics and Business Administration. Series B 1, 2003, pp. 83–101.

[27] S. T. March and G. F. Smith, "Design and natural science research on information technology," *Decis. Support Syst.*, vol. 15, pp. 251–266, 1995.

[28] P. Wachs, T. A. Saurin, A. W. Righi, and R. L. Wears, "Resilience skills as emergent phenomena: A study of emergency departments in Brazil and the United States.," *Appl. Ergon.*, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.apergo.2016.02.012.

[29] T. A. Saurin and S. S. Gonzalez, "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery," *Appl. Ergon.*, vol. 44, no. 5, pp. 811–823, 2013, doi: 10.1016/j.apergo.2013.02.003.

[30] P. Wachs, T. A. Saurin, A. W. Righi, and R. L. Wears, "Resilience skills as emergent phenomena: A study of emergency departments in Brazil and the United States," *Appl. Ergon.*, vol. 56, pp. 227–237, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.apergo.2016.02.012.